



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITETURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal “El Milagro” km 00+000-km 12+402,43 Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín**

**Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

**Bach. Diana Pamela Ballena Olazábal**

**Bach. Willy Amasifén Flores**

**ASESOR:**

**Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar**

**TOMO I**

**Tarapoto-Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITETURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal “El Milagro” km 00+000-km 12+402,43 Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín**

**Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

**Bach. Diana Pamela Ballena Olazábal**

**Bach. Willy Amasifén Flores**

**Sustentado y aprobada ante el honorable jurado el día 6 de Setiembre de 2018**

  
.....  
Ing. VICENTE JUVENAL DÍAZ AGIP  
Presidente

  
.....  
Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN  
Secretario

  
.....  
Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS  
Vocal

  
.....  
Ing. NESTOR RAÚL SANDOVAL SALAZAR  
Asesor

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

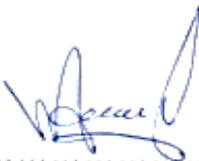
**Yo, Willy Amasifén Flores**, con DNI N° 71413705, Domicilio Legal Jr. Bolognesi N° 1748 – Tarapoto , Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y **Diana Pamela Ballena Olazábal**, con DNI N°46420465, Domicilio Legal Jr. Putumayo # 280 – Tarapoto con la Tesis Titulada : **“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO KM 00+000 – KM 12+402.43, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA, REGION SAN MARTIN”**.

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirían en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 6 de Setiembre del 2018.



**Willy Amasifén Flores**  
DNI N° 71413705



**Diana Pamela Ballena Olazábal**  
DNI N°46420465

## DECLARACION JURADA

Yo, **Willy Amasifén Flores**, identificado con DNI ° 71413705 con domicilio en Jr. Bolognesi N° 1748 – Tarapoto, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Titulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y **Diana Pamela Ballena Olazábal**, identificada con DNI ° 46420465, con domicilio en Jr. Putumayo #280, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto 6 de Setiembre del 2018.



**Willy Amasifén Flores**

DNI N° 71413705



**Diana Pamela Ballena Olazábal**

DNI N°46420465

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: Ballena Olazábal Diana Pamela	
Código de alumno : 083141	Teléfono: 948710849
Correo electrónico : dianaballenas@gmail.com	DNI: 46420465

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de: Ingeniería Civil

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: Mejoramiento del servicio de Agua del Sistema de Riego del Canal el Milagro Km 00+000 - Km 12+402.43 Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín
Año de publicación: 2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirlo a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

**7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

  
.....  
Firma del Autor

**8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.**

Fecha de recepción del documento:

05 / 11 / 2018



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	AMASIFÉN FLORES WILLY	
Código de alumno :	083140	Teléfono: 925012922
Correo electrónico :	willy.amasifen@gmail.com	DNI: 71413705

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO KM 0+000 - KM 12+402.43 DISTRITO DE AWASUN, PROVINCIA DE RIOSA, REGIÓN SAN MARTÍN.
Año de publicación:	2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

### 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

### 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

05 / 11 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis especialmente a mis padres, Ana y Ciro, que supieron darme lo mejor de ellos, a mis hermanos y amigos a quienes aprecio mucho.

**Diana Pamela Ballena Olazábal**

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi tía Martha por apoyarme siempre en el desarrollo de mi carrera profesional, y a mis hermanos por sus más sinceros consejos.

A mi hijo Ezio Andrés quien es la razón de que me levante cada día a esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación.

**Willy Amasifén Flores**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme durante todo el trayecto de mi vida, por proporcionarme fortaleza y sabiduría para superar dificultades, permitiéndome así un logro más en mi vida.

A mis padres por estar siempre conmigo, por haber hecho de mí una persona de bien, con valores morales y éticos.

**Diana Pamela Ballena Olazábal**

A Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas por seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi tía Martha por apoyarme siempre en el desarrollo de mi carrera profesional, y a mis hermanos por sus más sinceros consejos.

**Willy Amasifén Flores**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLA .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRAC.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>2</b>
1.1.Exploración preliminar orientando la investigación.....	2
1.2.Aspectos Generales del estudio .....	3
1.2.1.Ámbito Geográfico .....	3
1.2.2.Características hidrológicas .....	6
1.2.3.Características climáticas.....	7
1.2.4.Vías de comunicación.....	7
1.2.4.1.Accesibilidad y condiciones de caminos .....	7
1.2.5.Tipos de producción y actividad económica predominante.....	8
1.2.6.Diagnóstico del servicio de agua para riego y la situación de la actividad agrícola	9
1.2.7.Diagnóstico del sistema de riego .....	11
1.2.7.1.Infraestructura de captación.....	11
1.2.7.2. Infraestructura de Conducción .....	11
1.2.7.3. Instalaciones de Medición y Control .....	13
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>3</b>
2.1.Antecedentes, planteamiento, formulación del problema a resolver.....	3
2.1.1.Antecedentes del problema.....	3
2.1.2.Planteamiento del problema.....	15
2.1.3.Formulación del problema .....	16
2.2.Objetivos.....	16
2.2.1.Objetivo general.....	16
2.2.2.Objetivos específicos .....	16

2.3. Justificación e importancia de la investigación .....	16
2.4. Limitaciones de la investigación .....	17
2.5. Antecedentes de la investigación.....	17
2.6. Marco teórico.....	18
2.6.1. Estudio socioeconómico .....	18
2.6.2. Estudio de suelos .....	19
2.6.3. Estudio topográfico.....	19
2.6.4. Estudio hidráulico .....	20
2.6.4.1. Disponibilidad hídrica.....	20
2.6.4.2. Caudal máximo y caudal de diseño del Río Naranjillo .....	23
2.6.4.2.1. Caudal máximo .....	23
2.6.4.2.2. Caudal de diseño .....	24
2.6.5. Canales.....	24
2.6.6. Estudio de impacto ambiental.....	25
2.6.7. Estudio económico.....	31
2.6.8. Marco conceptual: definición de términos básicos.....	33
2.7. Hipótesis .....	37
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. Materiales .....	15
3.1.1. Recursos humanos .....	15
3.1.2. Recursos materiales y servicios .....	15
3.1.3. Recursos de equipos.....	15
3.2. Metodología de la investigación.....	15
3.2.1. Universo, población y/o muestra .....	15
3.2.1.1. Universo.....	15
3.2.1.2. Población .....	40
3.2.1.3. Muestra .....	40
3.2.1.4. Muestreo .....	40
3.2.2. Sistema de variables.....	40
3.2.3. Tipo y nivel de investigación.....	40
3.2.3.1. Diseño experimental de la investigación .....	40
3.2.3.2. Indicadores de estudio .....	41
3.2.4. Procesamiento de la información.....	41

## CAPÍTULO IV

<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>40</b>
4.1.Resultados.....	40
4.1.1.Estudio topográfico.....	40
4.2.Estudio de mecánica de suelos .....	47
4.3.Cálculo de la capacidad portante del suelo (teoría de Bell/Terzaghi) .....	49
4.4.Estudio de impacto ambiental.....	59
4.4.1.Etapa de planificación.....	59
4.4.2.Etapa de construcción .....	59
4.4.3.Etapa de operación.....	61
4.4.4.Etapa de mantenimiento.....	62
4.4.5.Etapa de cierre .....	63
4.4.6.Identificación de los impactos ambientales del proyecto .....	63
4.4.7.Plan de manejo ambiental .....	65
4.5.Estudio hidráulico.....	71
4.5.1.Planteamiento hidráulico .....	71
4.5.2.Características hidráulicas .....	71
4.5.3.Sección típica del canal.....	72
4.5.4.Diseños hidráulicos con H-canales .....	72
4.6.Diseño de obras hidráulicas .....	74
4.6.1.Diseño desarenador.....	74
4.6.2.Diseño de bocatoma.....	76
4.6.3.Diseño estructural de bocatoma .....	87
4.7.Estudio económico del proyecto (anexo nº 04) .....	95
4.7.1.Metrados .....	95
4.7.2.Análisis de costos unitarios.....	98
4.7.3.Gastos generales .....	99
4.7.4.Presupuesto de obra .....	101
4.7.5.Relación de insumos .....	105
4.7.6.Fórmula polinómica .....	107
4.7.7.Programación de obra .....	108
4.7.8.Cronograma de avance físico de obra.....	108
4.7.9.Cronograma de Adquisición de Materiales .....	108

4.7.10. Análisis y discusión de los resultados.....	108
4.7.10.1. Estudio topográfico.....	108
4.7.10.2. Estudio de suelos .....	109
4.7.10.3. Estudio de impacto ambiental.....	110
4.7.10.3.1. Impactos ambientales positivos .....	110
4.7.10.3.2. Impactos ambientales negativos.....	110
4.7.10.4. Estudio hidrológico.....	111
4.7.10.5. Estudio económico.....	112
RECOMENDACIONES .....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	116
ANEXOS .....	118
Plano de Ubicación.....	PU-01
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 0+000-Km 1+000.....	PT-01
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 1+000-Km 2+000.....	PT-02
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 2+000-Km 3+000.....	PT-03
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 3+000-Km 4+000.....	PT-04
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 4+000-Km 5+000.....	PT-05
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 5+000-Km 6+000.....	PT-06
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 6+000-Km 7+000.....	PT-07
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 7+000-Km 8+000.....	PT-08
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 8+000-Km 9+000.....	PT-09
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 9+000-Km 10+000.....	PT-10
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 10+000-Km 11+000.....	PT-11
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 11+000-Km 12+000.....	PT-12
Planta-Perfil Longitudinal Canal El Milagro Km 12+000-Km 12+402.44.....	PT-13
Planta Topográfica Bocatoma en Río Naranjillo.....	PB-01
Bocatoma Proyectada: Planta Cortes y Detalles.....	BQ-01
Desarenador- Planta-Cortes – Detalles.....	DS-01
Aforador Parshall – Planta-Cortes y Detalles.....	AF-01
Toma Lateral Típica-Planta-Cortes y Detalles.....	TL-01
Caída Vertical Típica - Planta-Cortes y Detalles.....	CV-01
Pase Puente Peatonal - Planta-Cortes y Detalles.....	PP-01
Toma a Parcelas- Planta-Cortes y Detalles.....	TO-01

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Distribución de localidades y centros poblados del Distrito de Awajún.....	5
Tabla 2. Accesibilidad a la zona del proyecto .....	8
Tabla 3. Superficie cosechada de arroz por año a nivel regional (has) .....	8
Tabla 4. Producción de arroz cáscara por año a nivel regional (tm) .....	9
Tabla 5. Determinación del valor de la rugosidad (n) de Manning.....	24
Tabla 6. Ubicación de toma laterales.....	44
Tabla 7. Ubicación de toma parcela .....	44
Tabla 8. Ubicación de pase peatonal .....	45
Tabla 9. Ubicación de afluentes .....	45
Tabla 10. Ubicación de caída vertical .....	46
Tabla 11. Caidas verticales canal El Milagro .....	46
Tabla 12. Calicatas, profundidad y cota realativa .....	47
Tabla 13. Resumen de estratos .....	48
Tabla 14. Capacidad admisible de los suelos .....	56
Tabla 15. Paso de la granulometría gruesa según diámetro de tuvo.....	58
Tabla 16. Paso de la granulometría fina según diámetro de tuvo.....	58
Tabla 17. Resumen de estratos .....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Provincia de Rioja en el Departamento de San Martín Perú.....	3
Figura 3. Ubicación del sistema de riego .....	4
Figura 4. Mapa hidrológico .....	6
Figura 5. Mapa tramo Moyobamba-Rioja-Nueva Cajamarca .....	7
Figura 6. Canal el milagro revestido .....	9
Figura 7. Canal el Milagro sin revestir .....	10
Figura 8. Estado actual de la Captación. ....	11
Figura 9. Canal el milagro sin revestir .....	12
Figura 10. Tomas Laterales Identificadas .....	12
Figura 11. Pases peatonales precarios de madera.....	12
Figura 12. Levantamiento topográfico con estación total .....	40
Figura 13. Gráfico de construcción de toma de captación y canal de conducción.....	60
Figura 14. Movimiento de tierras .....	61
Figura 15. Construcción de obras civiles.....	61
Figura 16. Instalación de mira lignimetrica en el canal de concreto .....	61
Figura 17. Manipulación de compuertas y sistema de riego .....	62
Figura 18. Mantenimiento captación, canal de conduccion .....	62
Figura 19. Mantenimiento del sistema de riego .....	63
Figura 20. Medidas de mitigación ambiental .....	63
Figura 21. Código de colores según ntp para el manejo de residuos solidos .....	67
Figura 22. Características hidráulicas del canal El Milagro .....	71
Figura 23. Sección típica canal El Milagro km 0+000-km 12+402.43 .....	72
Figura 24. Tramo de km. 0+000 a 0+292 .....	72
Figura 25. Tramo de km. 0+292 a 9+240 .....	73
Figura 26. Tramo de km. 9+240 a 10+680 .....	73
Figura 28. Diseño de desarenador para canales de riego.....	74
Figura 29. Diseño hidráulico de la bocatoma .....	77
Figura 30. Caudal vs cota .....	78
Figura 31. Diseño del canal de conducción .....	78
Figura 34. Calculo de canal de limpia .....	81
Figura 35. Calculo del coeficiente de descarga variable c para cresta de cimacio .....	82
Figura 36. Descarga en el canal de limpia.....	83

Figura 37. Descarga máxima total $Q_t$ .....	84
Figura 38. Calculo del cimacio con el colchón de amortiguamiento .....	85
Figura 39. Dimensiones de la estructura de barrage y bocatoma .....	86
Figura 40. Diseño estructural bocatoma .....	87
Figura 41. Calculo de C, longitud de filtración recorrida, espesor del colchón amort.....	88
Figura 42. Verificación del espesor del colchón amortiguador.....	89
Figura 43. Caudal de filtración y análisis del barrage para agua a nivel de cresta.....	90
Figura 44. Fuerza hidrostática, empuje activo del suelo y peso de la estructura.....	91
Figura 45. Calculo del centro de gravedad de la estructura.....	92
Figura 46. Análisis de estabilidad.....	93
Figura 47. Estabilidad al volteo estabilidad al deslizamiento y cálculo para hundimiento.	94
Figura 48. Resumen de metrados parte 1 .....	95
Figura 49. Resumen de metrados parte 2 .....	96
Figura 50. Resumen de metrados parte 3 .....	97
Figura 51. Análisis de precios unitarios .....	98
Figura 52. Desagregado de gastos generales de obra .....	99
Figura 53. Desagregado de gastos de supervisión .....	100
Figura 54. Presupuesto .....	104
Figura 55. Hoja de resumen.....	104
Figura 56. Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo.....	106
Figura 57. Costos de equipos.....	107
Figura 58. Fórmula polinómica .....	107

## RESUMEN

El trabajo de investigación, denominado: “**Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal el milagro Km. 0+000 – Km 12+420.43, Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín**”, se realizó con la finalidad de efectuar un aporte técnico-científico para contribuir a determinar el mejoramiento del sistema de riego del canal el milagro.

En el proyecto del sistema de riego, su principal importancia fue determinar las estrategias de funcionamiento del sistema de riego por gravedad (captación, conducción-canal abierto o a presión, regulación), por lo tanto, para desarrollar el planteamiento hidráulico del proyecto se tuvo que implementar los diseños de la infraestructura identificada en la etapa de campo; canales, obras de arte (acueductos, caídas, canoas, alcantarillas, tomas laterales, etc.), obras especiales (bocatomas, desarenadores, Aforadores, túneles, sifones, etc.).

Para el desarrollo de los diseños de las obras proyectadas, el caudal fue un parámetro clave en el dimensionamiento de las mismas lo cual está asociado a la disponibilidad del recurso hídrico (hidrología), tipo de suelo, tipo de cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., es decir mediante la conjunción de la relación- suelo-planta; de tal manera que cuando se trata de la planificación de un proyecto de riego, la formación y experiencia del diseñador tiene mucha importancia, destacándose en esta especialidad la Ingeniería Agrícola.

En la región de San Martín, se puede apreciar que aún existen canales de riego con una infraestructura en mal estado de conservación o ya han cumplido su vida útil, por lo que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

**Palabra clave:** Sistemas de Riego, Canales de Riego – Mejoramiento, Riego por gravedad, Ingeniería Civil, Awajún [Distrito] – Rioja [Provincia] – Región San Martín.

## ABSTRAC

The research work, called: "Improvement of the water service of the canal system miracle Km. 0 + 000 - Km 12 + 420.43, District of Awajún, Province of Rioja, San Martín Region", is fulfilled with the purpose of establishing a technical technician scientist to help determine the improvement of the canal irrigation system the miracle.

In the irrigation system project, its main importance was to determine the operation strategies of the irrigation system by gravity (catchment, pipeline-open or pressure, regulation), therefore, to develop the hydraulic approach of the project it was necessary to implement the designs of the infrastructure identified in the field stage; Canals, works of art (aqueducts, falls, canoes, sewers, lateral intakes, etc.), special works (intakes, desarenadores, flumes, tunnels, siphons, etc.).

For the development of the designs of the projected works, the flow had a key role in the dimensioning of the same which is associated with the availability of water resources (hydrology), type of soil, type of crop, climatic conditions, methods of irrigation, etc., that is, through the conjunction of the soil-plant relationship; in such a way that when it comes to the planning of an irrigation project, the training and experience of the designer is very important, highlighting in this specialty the Agricultural Engineering.

In the San Martín region, irrigation networks can be better appreciated with an infrastructure in the state of conservation and having fulfilled their useful life, without taking into account the minimum conditions for an efficient service.

**Keyword:** Irrigation Systems, Irrigation Canals - Improvement, Irrigation by gravity, Civil Engineering, Awajún [District] - Rioja [Province] - San Martín Region.



## INTRODUCCIÓN

La región San Martín posee los recursos hídricos y las condiciones agroclimáticas necesarias para el desarrollo de la agricultura, la cual constituye una de las principales actividades económicas en esta zona del Perú.

Los cultivos tienen exigencias propias de su naturaleza, las cuales definen la utilización combinada de recursos hídricos existentes en la zona del proyecto y además de factores como el clima, el suelo, agua y plantas que representan los factores naturales que interrelacionados hacen posible la actividad vegetativa.

El área agrícola a beneficiar y el volumen de agua a utilizar se obtienen gracias a la información brindada por el consumo individual de agua de los cultivos programados en la cédula; esta información además permite mejorar las obras que integran el sistema de riego y programar una eficiente operación del mismo para que la producción sea óptima.

La determinación de la demanda de agua del sistema de riego El Milagro proporciona la unidad de medida del riego, factor determinante para el dimensionamiento de las obras hidráulicas, permitiendo de esta manera el posterior análisis socio – económico que fundamenta su ejecución y la eficiente operación del mismo.

Así mismo las condiciones climáticas e hidrológicas, antes mencionadas, establecen el desarrollo de las campañas agrícolas, por lo tanto, el cálculo de la demanda de agua del proyecto se hace necesaria para realizar el diseño de las obras hidráulicas con la finalidad de tener la capacidad suficiente para atender con agua de riego en la cantidad necesaria y en tiempo oportuno en la irrigación El Milagro.

Al realizar el Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego del Canal El Milagro, con 12+402.43 km de Canal Revestido de Concreto y Obras de Arte se podrá:

- Incrementar la producción agrícola, Distrito de Awajún, Provincia de Rioja – San Martín.
- Mejorar la eficiencia de captación, conducción y distribución del sistema de riego.
- Lograr una eficiente gestión en la distribución del agua de riego.

# CAPÍTULO I

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 1.1. Exploración preliminar orientando la investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de la agricultura de una nación depende en gran medida, de la extensión y el buen estado de su infraestructura hidráulica, ya que repercuten directamente en el progreso social, y económico.

En el departamento de San Martín, la agricultura, es una de las principales actividades económicas en esta zona del Perú, es por eso que es necesario un plan de desarrollo de la infraestructura de riego para que estas se encuentren operativas y puedan brindar un buen servicio a los agricultores y estos puedan elevar su nivel social y económico.

En la región de San Martín se puede apreciar que aún existen canales de regadío e infraestructura de riego en mal estado de conservación o ya han cumplido su vida útil, por lo que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de los sistemas de regadío y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema hidráulico eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado:

**“Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal el milagro Km. 0+000 – Km 12+420.43, Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín”.**

## 1.2. Aspectos generales del estudio

### 1.2.1. Ámbito geográfico

El Proyecto se desarrollará en el canal el milagro comprensión del Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín.

El Río Naranjillo es el afluente del río Mayo por el margen izquierdo de la cuenca del Alto Mayo.

La Bocatoma del canal El Milagro tiene coordenadas geográficas 5° 47' 15'' de Latitud Sur y 77° 22' 45'' Longitud Oeste, al noreste de Nueva Cajamarca a una altitud aproximadamente de 800 m.s.n.m. en la parte media de la cuenca del Rio Naranjillo.

#### Ubicación

Región : San Martín  
 Departamento : San Martín  
 Provincia : Rioja  
 Distrito : Awajún

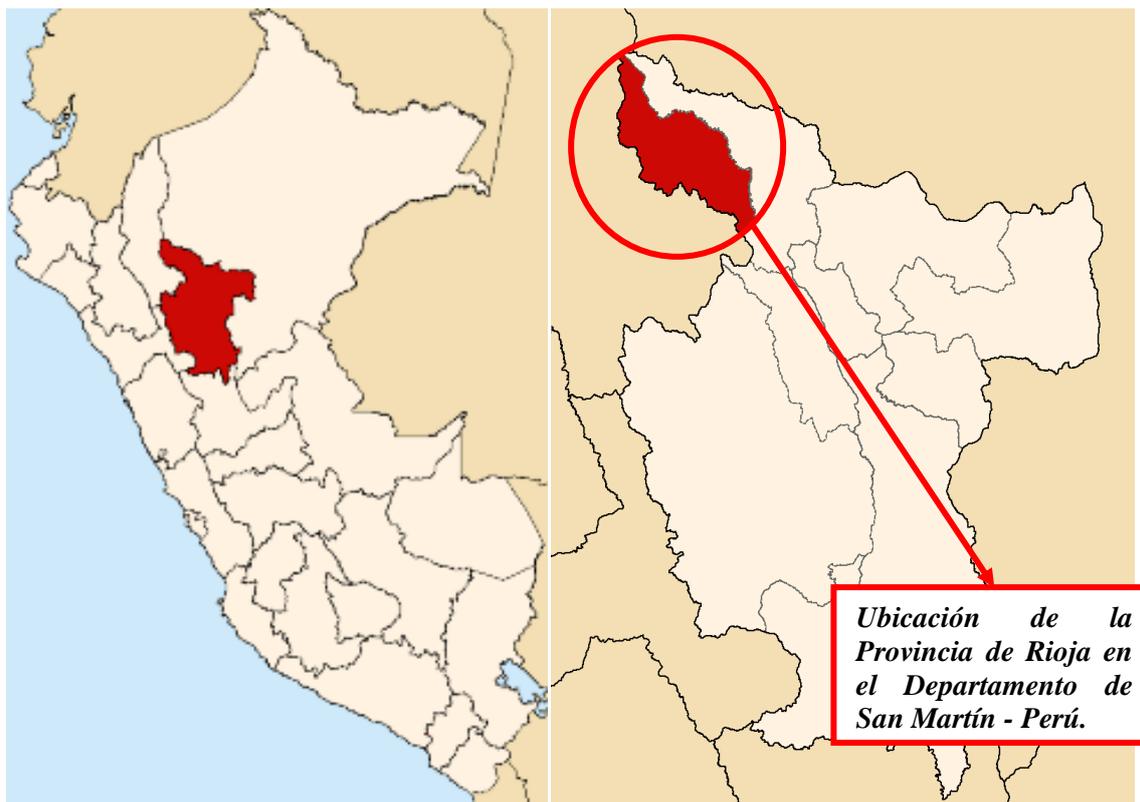


Figura 1. Ubicación de la Provincia de Rioja en el Departamento de San Martín Perú (Fuente: Búsqueda realizada en google.)



Figura 2. Ubicación de La localidad bajo naranjillo Distrito de Awajún (Fuente: Búsqueda realizada en google.)



Figura 3. Ubicación del sistema de riego (Fuente: Búsqueda realizada en google.)

### Límites de la Provincia de Rioja

Por el este	: Provincia Moyobamba
Por el oeste	: Departamento de Amazonas
Por el norte	: Provincia de Moyobamba
Por el sur	: Departamento de Amazonas

### Límites del distrito de Awajún

Por el este	: Distrito de Nueva Cajamarca y San Fernando
Por el oeste	: Distrito de Naranjos
Por el norte	: Provincia de Moyobamba
Por el sur	: Departamento de Amazonas y distrito de Nueva Cajamarca

El Distrito de Awajún es uno de los ocho distritos de la Provincia de Rioja, está ubicado a una altitud de 800 msnm, cuenta con una población de 7,427 habitantes, según el censo de población y vivienda realizado el año 2007 por el INEI, la misma que se encuentra distribuida en 16 localidades y /o centros poblados.

**Tabla 1**

*Distribución de localidades y centros poblados del Distrito de Awajún*

Nombre	Clasificación	Viviendas	Población
Francisco del Alto Mayo	Urbano	264	1165
Bajo Naranjillo	Urbano	239	1131
Alto Mayo	Rural	116	548
Bajo Tumbo	Rural	45	220
La Isla Jacinto	Rural	36	155
El Existo	Rural	39	191
Dos de Mayo	Rural	50	228
Shampuyacu	Rural	100	451
Alto Naranjillo	Rural	42	200
Sector Rio Soritor	Rural	109	483
San Carlos	Rural	134	500
Nueva Santa Cruz	Rural	110	501
Sol de Oro	Rural	83	334
Bajo Naranjillo	Rural	114	654
El Platanal	Rural	31	152
Sector Cado Hondo	Rural	37	186
Población Dispersa	Rural	74	328
<b>Total</b>		<b>1623</b>	<b>7428</b>

Fuente: INEI – Censo 2017

### 1.2.2. Características hidrológicas

La localidad Bajo Naranjillo forma parte del territorio de la Cuenca del Río Naranjillo. El cauce principal de la *Cuenca del Río Naranjillo* recorre en dirección noreste hasta su confluencia al río Mayo, a partir del cual, en río Naranjillo nace en la quebrada de Tingo Ramos a 3800 m.s.n.m. aproximadamente.

El río Naranjillo forma parte de las 30 subcuencas del río Mayo además de los ríos Serrañoyacu, Amangay, Aguas Claras, Mirador, Naranjos, Túmbaro, Naranjillo, Soritor, Yuracyacu y río Negro por la margen derecha y los ríos Huasta, Cachiyacu, Tioyacu, Avisado y Huascayacu por la parte izquierda. Subdividiendo el Río Mayo dentro de la zona de estudio, se puede hablar de tres sectores: el inferior, que presenta el mayor ancho del río alcanzando un máximo de aproximadamente 150 m. y se caracteriza por la presencia de numerosos y amplios meandros, con intercalaciones de largos tramos rectos; el medio que presenta meandros de tipo ensortijado, separados por pequeñas rectas; y el superior que se caracteriza por tener tramos más largos, presentando "rápidos" que muestran un descenso sostenido y brusca elevación del nivel de cumbres.

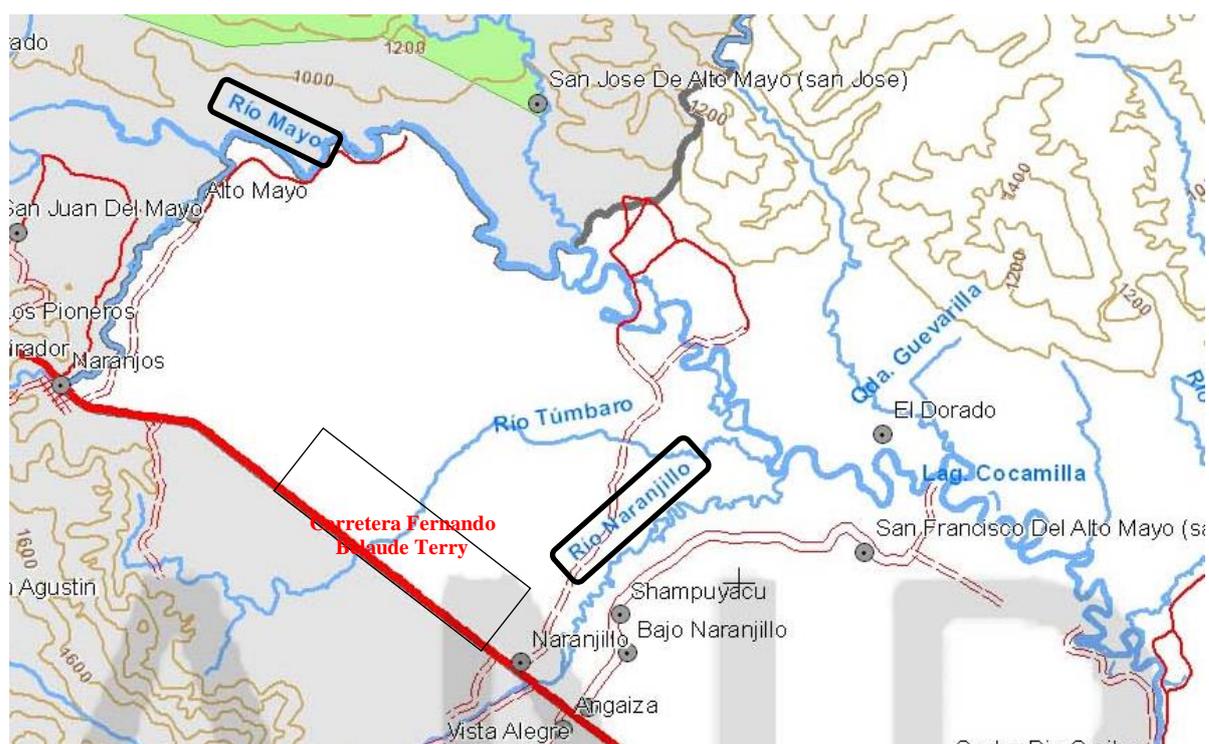


Figura 4. Mapa hidrológico (Fuente: SERANP 04-2010)

### 1.2.3. Características climáticas

El ámbito de estudio se encuentra comprendido entre los 800 y los 3800 m.s.n.m. aproximadamente. El clima de la Cuenca del Alto Mayo está influenciado por la altitud y por otros fenómenos meteorológicos regionales propios de la zona de Selva Alta y Baja.

Los vientos provenientes del noreste, con abundante humedad, al llegar a la cordillera de los Andes se elevan ocasionando alta pluviosidad en la vertiente oriental. Los vientos tienen un mayor contenido de humedad en los meses de diciembre a abril, por lo que en esta época aumentan considerablemente las precipitaciones en la Sierra y Selva. El promedio de precipitación pluvial anual característico varía entre 1000 y 2000 mm. La temperatura media anual en la cuenca varía de 22.7 a 24.6°C.

### 1.2.4. Vías de comunicación

#### 1.2.4.1. Accesibilidad y condiciones de caminos

Desde la costa-. Desde la ciudad de Chiclayo se toma la carretera de penetración a la selva Fernando Belaunde Terry hasta llegar al distrito de Awajún 430km aprox. (desde Km 0.00 cruce de Olmos) y luego tomado un camino de segundo orden con dirección a la localidad de San Francisco de Alto Mayo a 3.00 km aproximadamente se llega al área de la bocatoma del proyecto El Milagro. Desde la ciudad de Moyobamba en el tramo Moyobamba - Rioja - Nueva Cajamarca, aproximadamente 66 km y en 1 hora se llega al distrito de Awajún luego tomado la trocha en buenas condiciones camino a San Francisco de Alto Mayo se llega al área de proyecto.

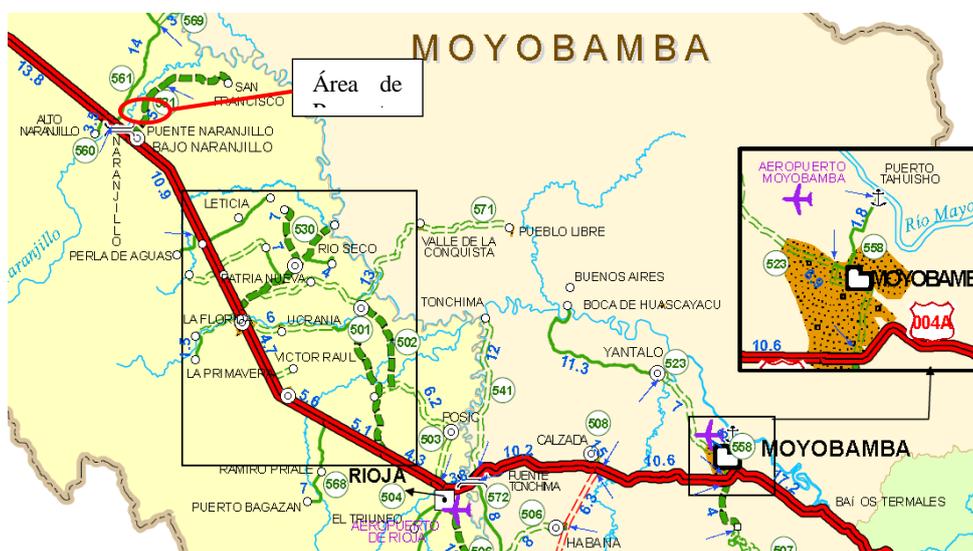


Figura 5. Mapa tramo Moyobamba-Rioja-Nueva Cajamarca (Fuente: SERNANP 04-2010)

**Tabla 2***Accesibilidad a la zona del proyecto*

<b>Partida</b>	<b>Llegada</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Moyobamba	Rioja	20
Rioja	Nueva cajamarca	30
Nueva cajamarca	Awajún	5
Awajún	Canal milagro	5
<b>Total tiempo</b>		<b>60</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**1.2.5. Tipos de producción y actividad económica predominante****Agricultura**

El Distrito de Awajún depende en gran parte de la actividad agrícola teniendo como principal cultivo al arroz. Además, la zona tiene una zona y un clima propicio para este cultivo.

San Martín es una de las regiones con mayor área de cultivo de arroz junto con la región de Lambayeque, Piura, Loreto, Amazonas y San Martín.

En lo que se refiere a la superficie cosechada, en el 2013 se llegó a cosechar 82,892 hectáreas, disminuyendo en 2.6% respecto al año 2012; igualmente éste año representa la mayor superficie cosechada respecto a los últimos nueve años. En los meses de mayo y junio del 2013, se registraron las mayores superficies cosechadas, a efectos de las mayores siembras registradas en los meses de enero-febrero; y condiciones climáticas favorables.

**Tabla 3***Superficie cosechada de arroz por año a nivel regional (has)*

<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Set.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Total</b>
<b>2004</b>	9451	5717	2352	3077	4116	6224	11696	4444	3534	5774	3832	2491	<b>62708</b>
<b>2005</b>	14621	8242	4448	5781	5560	8220	7951	4509	3816	4586	5606	3296	<b>76636</b>
<b>2006</b>	11278	5827	3654	3735	8003	8358	4676	3505	3848	6077	5705	3614	<b>68279</b>
<b>2007</b>	4528	4210	3362	3024	5448	6820	5906	4596	4689	4664	7620	5987	<b>60854</b>
<b>2008</b>	4895	4434	5536	5324	7850	7362	7371	3932	5512	5695	9449	8273	<b>75632</b>
<b>2009</b>	5703	5427	4807	8363	9299	9798	6429	4608	5518	7076	10340	6752	<b>84118</b>
<b>2010</b>	5459	6227	5091	5236	8382	8267	6071	5088	5209	6156	9167	6259	<b>76610</b>
<b>2011</b>	5031	5079	5284	8660	8230	7112	6305	5852	6123	6804	6956	7288	<b>78723</b>
<b>2012</b>	9148	6701	5519	7572	7503	10094	7096	5261	5006	5422	9823	5952	<b>85095</b>
<b>2013</b>	5530	5643	7419	6764	8328	8839	5574	5747	6790	7828	7812	6619	<b>82892</b>

Fuente: INEI

## Producción

Respecto a la producción de arroz cáscara en el 2013, la producción alcanzó a 563,990 TM, que comparado al año anterior se registró una disminución de 2.0%; igualmente, en el año 2012 se registró la mayor producción de arroz cascara respecto a los últimos nueve años. En los meses de mayo y junio del 2013 se registró mayor producción con una incidencia de 9.86 % y 10.59 %; a consecuencia de las mayores superficies cosechadas en similares meses, y mayor demanda en mercados. (Tabla N° 04).

**Tabla 4**

*Producción de arroz cáscara por año a nivel regional (tm)*

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
<b>2004</b>	60859	37217	15616	19949	26781	42200	77719	30377	24251	38767	26107	16935	<b>416778</b>
<b>2005</b>	98805	55863	30937	39224	38003	56199	54806	31012	26197	31360	38287	22843	<b>523534</b>
<b>2006</b>	77982	40332	25293	25541	54865	57870	32473	24419	26390	42298	39580	25053	<b>472094</b>
<b>2007</b>	30915	25165	19895	19204	35306	44511	38494	28719	29946	31536	51525	40497	<b>395711</b>
<b>2008</b>	33143	29904	37511	35664	52011	49238	50032	26714	37271	37554	63530	55879	<b>508541</b>
<b>2009</b>	37963	36536	31954	56266	62133	66532	43519	31358	32207	47847	67890	44929	<b>564133</b>
<b>2010</b>	35036	39953	33161	34042	54408	55551	40475	33272	34226	40059	60711	41618	<b>502511</b>
<b>2011</b>	33383	33447	33004	57596	55286	47807	42392	39307	41432	45871	46786	48049	<b>524361</b>
<b>2012</b>	61558	45399	37186	51517	50690	68187	47669	35800	33423	37079	66678	40370	<b>575558</b>
<b>2013</b>	37088	38179	50919	45736	55594	59729	37502	39324	46746	53145	54027	46001	<b>563990</b>

Fuente: INEI

### 1.2.6. Diagnóstico del servicio de agua para riego y la situación de la actividad agrícola

#### Diagnóstico del servicio de agua para riego:

Existe un tramo del canal el milagro al inicio, que se encuentra revestido con mampostería de piedra en una longitud de 450ml., el cual fue hecho con recursos propios de los usuarios y apoyo de la comisión de regantes Naranjillo.



Figura 6. Canal el milagro revestido (Fuente: Elaboración propia.)

El servicio de agua para riego actualmente se realiza mediante el canal sin revestir, este canal El Milagro toma las aguas del Río Naranjillo.



*Figura 7. Canal el Milagro sin revestir (Fuente: Elaboración propia.)*

**Número de usuarios actuales:**

Actualmente el sistema de riego del Canal El Milagro beneficia a un total de 397 usuarios, agrupados en el Comité de Regantes El Milagro que administrativamente pertenece a la Comisión de Regantes Naranjillo, Junta de Usuarios de la Cuenca del Alto Mayo, comprensión de la Autoridad Local de Aguas Alto Mayo.

**Número de familias y pobladores:**

El Canal El Milagro beneficia directamente a un total de 397 usuarios que a razón de 5 integrantes por familia hacen un total de 1985 pobladores asentados en los alrededores de este a la margen izquierda y derecha del canal.

**Fuente de abastecimiento y disponibilidad de agua:**

Está referida a los caudales medios mensuales y anuales de la fuente hídrica del río Naranjillo que abastece al sistema de riego El Milagro.

La Administración Local de Agua Alto Mayo con el apoyo de su personal técnico mantiene un registro histórico desde el año 2001 sobre la oferta hídrica disponible del río Naranjillo,

la cual es registrada en la estación San Luis, ubicado aguas arriba del puente que cruza la carretera Fernando Belaunde Terry sobre el mencionado río.

### 1.2.7. Diagnóstico del sistema de riego

#### 1.2.7.1. Infraestructura de captación

El Canal El Milagro, actualmente tiene una bocatoma rustica con un sistema de gaviones en la parte izquierda, un sistema de empedrado que simula un barraje y una captación con dos compuertas, no posee ningún sistema de trata de material sedimentario y de eliminación de escombros ya que todo el sistema de conducción es con material propio de la zona de tierra.



Figura 8. Estado actual de la Captación. (Fuente: Elaboración propia)

#### 1.2.7.2. Infraestructura de Conducción

Canal principal: El Milagro es de primer orden de tipo rústico, tiene una captación deficiente con 35m de garganta anteponiéndose a su compuerta principal y una distancia de 360m hasta su primera compuerta lateral la cota en su compuerta de captación es 796.00m y una longitud total de 12.4Km y una cota final de 762.00m, desde este punto hasta la progresiva. En total el canal se tiene 28 tomas laterales, 17 tomas a parcelas, 10 caídas verticales en su recorrido.



Figura 9. Canal el milagro sin revestir (Fuente: Elaboración propia)



Figura 10. Tomas Laterales Identificadas (Fuente: Elaboración propia)



Figura 11. Pases peatonales precarios de madera (Fuente: Elaboración propia)

### **1.2.7.3. Instalaciones de Medición y Control**

En el canal El Milagro por cada turno de riego se benefician entre 1 a 10 agricultores dependiendo de la disponibilidad de agua en la fuente, sin embargo, no cuenta con ninguna estructura de medición y control lo cual genera una incertidumbre en cuanto a la distribución del agua, considerando que no se puede saber cuánta agua recibirá cada usuario.

Finalmente es preciso mencionar que en el sistema de riego del canal El Milagro no existen reservorios, obras de represamiento menor, acondicionamiento de parcelas ni obras de drenaje.

Es preciso recalcar asimismo que las pérdidas entre el 20 a 25 % son pérdidas estimadas según la experiencia de otros proyectos de la zona y la versión de los usuarios de riego; a la fecha como se mencionó no es posible determinarlas con exactitud.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes, planteamiento, formulación del problema a resolver**

##### **2.1.1. Antecedentes del problema**

El sub sector de riego El Milagro tiene como fuente de abastecimiento al Río Naranjillo del cual permite abastecer a los sistemas de riego: El Porvenir Alto Naranjillo, Alto Alianza, Luchador, Bajo Naranjillo, **El Milagro** y Suiza.

El sistema de riego El Porvenir Alto Naranjillo fue construido su toma de captación y parte del canal de conducción por el Instituto Nacional de Desarrollo – INADE a través del Proyecto Especial Alto Mayo en la década de los años 90.

Los demás sistemas de riegos han sido aperturados con los propios esfuerzos de los agricultores migrantes en su gran mayoría, disponiendo en algunos casos de apoyo por parte de sus autoridades con alguna maquinaria o combustible, además de contar con pequeñas inversiones efectuadas por el Fondo de Desarrollo y Compensación Social FONCODES para el caso del sistema de riego El Milagro donde se ejecutaron algunas obras de arte como partidores, alcantarillas y revestimiento de tramos críticos del canal.

En el año 2004 dentro del proceso de consolidación de la junta de usuarios de la Cuenca del Alto Mayo se crea la Comisión de Regantes Naranjillo; la misma que tiene como objetivo operar y mantener los sistemas de riego de la sub cuenca del río Naranjillo; es así que los directivos y usuarios comprometidos con su desarrollo, suman esfuerzo y en base a la recaudación de la tarifa de agua con fines agrarios y con el apoyo de su organización matriz inician las primeras gestiones ante las entidades públicas del sector productivo como Proyecto Especial Alto Mayo - PEAM, Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación PERPEC del Ministerio de Agricultura para el financiamiento de proyectos de inversión, teniéndose como primera prioridad el proteger sus rústicas estructuras de captación que constantemente eran arrasadas y colapsadas por avenidas del río Naranjillo.

Es así como durante los años 2004-2005 se logra el financiamiento de la defensa ribereña Bocatoma El Milagro con financiamiento del INDECI y del PERPEC-DRASAM, ese mismo año se logró la construcción de 20 estructuras de control y distribución; el año 2008 con recursos para Rehabilitación y Reconstrucción en el marco del Fenómeno El Niño se logra la construcción de la toma de captación y el revestimiento de 1 km del canal en mampostería de piedra.

La actual directiva de la Comisión de Regantes Naranjillo continua con las gestiones de sus antecesores y vienen gestionando al PERPEC el financiamiento de las defensas ribereñas de las bocatomas El Porvenir, Alto Naranjillo y Bocatoma Suiza; habiéndose priorizado su ejecución para el periodo 2015 -2016 y con el concurso de profesionales externos la elaboración de proyectos para ser gestionados en el Plan de Inversiones de Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistemas de Riego de la Región San Martín.

Tal como se ha resumido los principales logros gestionados por los usuarios del subsector de riego El Milagro; es necesario resaltar que si bien es cierto las inversiones efectuadas hasta la fecha son importantes aún se tiene pendiente el mejoramiento de las infraestructuras a nivel de los canales de conducción y distribución con la finalidad de optimizar el uso del recurso hídrico que cada vez se tiene una mayor restricción a su disponibilidad a causa de la variabilidad climática y el cambio climático que viene afectando al mundo y a la Amazonía en particular.

Por lo que se decidió la elaboración del presente Proyecto: **“Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal El Milagro km 00+000-km 12+402.43, Distrito de Awajun, Provincia de Rioja, Región San Martín”**, describiendo los criterios de diseño adoptados, las especificaciones técnicas, la sustentación y justificación económica, entre otros aspectos.

### **2.1.2. Planteamiento del problema**

El problema central identificado es la **baja producción agrícola de los productores de la Localidad Bajo Naranjillo, Distrito de Awajún**, debido básicamente a la deficiente conducción, distribución, gestión y aplicación del agua para riego. Esta situación tiene como efecto final los bajos ingresos de la población dedicada a la actividad agrícola en la localidad Bajo Naranjillo, Distrito de Awajún.

Por lo que se decidió la elaboración del presente proyecto **“Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal El Milagro km 00+000-km 12+402.43, Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín”**, describiendo los criterios de diseño adoptados, las especificaciones técnicas, la sustentación y justificación económica, entre otros aspectos.

### **2.1.3. Formulación del problema**

Con el fin de estudiar de manera objetiva las metodologías necesarias para el diseño de obras de arte y canal, nos hacemos la siguiente interrogante: **¿De qué manera podremos aplicar una metodología para el análisis y diseño de obras de arte y canal?**

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo general**

Apreciar deficiencias del servicio de agua del sistema de riego del canal el Milagro Km 0+000-km 12+402.43 km, por el deterioro físico de la infraestructura de conducción, y plantear el proyecto de mejoramiento.

### **2.2.2. Objetivos específicos**

Mejorar y/o actualizar el estudio de Impacto Ambiental.

Efectuar el estudio topográfico para replantear el trazo y establecer puntos o hitos fijos de nivel.

Elaborar el estudio hidrológico e hidráulico de acuerdo a la actual cédula de cultivos.

## **2.3. Justificación e importancia de la investigación**

Los usuarios de riego del canal El Milagro integran el Comité de Regantes del El Milagro perteneciente a la Comisión de Regantes Naranjillo, conscientes de que el principal problema que los afecta es la baja productividad y producción agrícola anual de sus cultivos, debido a la deficiente dotación de agua para riego, buscan mejorar el servicio de agua para

riego de tal manera que puedan tener la dotación de agua solicitada en el momento oportuno para el cual fue solicitado o en su defecto, en la cantidad y momento en que pueda efectuarse, en sus tomas parcelarias y contribuir de esta manera a mejorar su producción agrícola para tener una mayor oferta de productos agrícolas y mejorar sus ingresos económicos. Los usuarios y directivos son conscientes que la fuente de agua de su canal (El Río Naranjillo) tiene la suficiente cantidad de agua para riego. Efectivamente el canal El Milagro a lo largo de su recorrido atraviesa zonas de densa vegetación propio de la zona que oportunamente se tiene que desmalezar.

De otro lado es preciso manifestar que los dirigentes y el vigilante del canal del comité de Regantes El Milagro perciben la falta de recursos que les permita mejorar la infraestructura de riego y lograr una operación y mantenimiento eficiente del sistema de riego.

En síntesis, el principal problema que aqueja a los usuarios del Comité de Regantes del Canal El Milagro es la baja producción agrícola debido a la deficiente dotación de agua para riego por la infraestructura de riego inadecuada que atraviesa en tramos de densa vegetación, así mismo los directivos no tiene la capacidad técnico-administrativa que les permita realizar una eficiente gestión del agua para riego.

#### **2.4. Limitaciones de la investigación**

En esta investigación se presentan las siguientes limitaciones.

Las constantes precipitaciones lo cual ocasiona que los trabajos de campo se atrasen.

La falta de fotografías aéreas que muestren la configuración actual del terreno donde se va a ubicar las obras de arte.

El desarrollo del proyecto se limita al análisis, diseño y costo del proyecto “Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal el milagro km 00+000-km 12+402,43 Distrito De Awajún, Provincia De Rioja, Región San Martín”

#### **2.5. Antecedentes de la investigación**

En la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura existen estudios realizados sobre este tipo de investigación, sobre los cuales existen conclusiones y recomendaciones:

**Rodríguez Guerra, Roger Augusto**, desarrolló su trabajo de tesis denominado “Diseño de obras de cruce del canal principal del proyecto irrigación Biavo margen izquierda”, en el cual concluye el canal principal, así como las obras de arte de cruce, se emplazarán en terreno de topografía irregular desde el km 00+000 al km 06+500 y el tramo 06+500 al km 13+740.50 en terreno de topografía ondulada. El Trazo del canal principal y sus obras de arte de cruce van en ladera, de tal manera que se aprovechará mayor área de riego.

**López Reátegui, Vanessa**, desarrolló su trabajo de tesis denominado “Diseño Hidráulico y Estructural del Canal Principal y Tomas Laterales del Proyecto de Irrigación El Avisado- La Conquista”, en el cual concluye, “Los perfiles de suelos encontrados en las calicatas muestran que superficialmente existen arenas limosas, limos y arcillas superficiales a partir de la progresiva Km 1+500 al Km 2+000 y del Km 3+000 al Km 3+193.33 a lo largo del eje del canal proyectado”.

**Guerrero Ramírez, Walther Alonso**, desarrolló su trabajo de tesis denominado “Estudio Hidrológico para determinar el caudal de diseño de la presa del Sistema de Riego Cuñumbuzo - Ledoy”, en el cual recomienda que “El presente proyecto presenta resultados que son aplicables solo en el área y zona del estudio donde se desarrolla el mismo, no se garantiza el uso de estos resultados para otros proyectos similares aun en la misma zona de influencia”.

**Rengifo Pinchi, Gilber**, desarrolló su trabajo de tesis denominado “Rehabilitación y Mejoramiento Canal Lateral N° 8 Margen Izquierda Irrigación Sisa – San Pablo – Bellavista, Región San Martín”, en el cual concluye que “La sección geométrica del canal con la alternativa de revestido de concreto, es trapezoidal y fue diseñado con la condición de máxima eficiencia hidráulica”.

## **2.6. Marco teórico**

Antes de proceder con las metodologías de Análisis y Diseño de Obras de Arte y Canal, se describirán estos conceptos y se detallará cada uno de los estudios a realizar.

### **2.6.1. Estudio socioeconómico**

Según **B&M Consultores y Constructores E.I.R.L.**, el estudio socio económico tiene los siguientes objetivos:

Realizar la caracterización socioeconómica del área de influencia directa del proyecto y del contexto regional.

Cuantificar los impactos económicos y sociales que generará la ejecución del proyecto.

Iniciaremos analizando los indicadores sociales y económicos más relevantes que nos ayudan a comprender el estado situacional del área de influencia del proyecto. Para ello, primero estableceremos el contexto regional de cada uno de estos indicadores con la finalidad de compararlos con la situación del área de influencia directa del proyecto. En este proceso identificaremos las principales debilidades y limitaciones de la zona de estudio.

Evaluaremos si el mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego del Canal El Milagro del río Naranjillo en la localidad de Awajún contribuirá a mejorar el desarrollo socio económico de los pobladores del lugar.

### **2.6.2. Estudio de suelos**

El estudio Técnico, tiene por objeto describir los trabajos de campo y laboratorio, llevados a cabo en el área del terreno para la ejecución del proyecto, a fin de determinar las características físicas mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y, a partir de ellas determinar los parámetros o valores necesarios para el diseño de cimentación.

Dichos valores son: profundidad de cimentación, tipo de cimentación, resistencia admisible del suelo adoptado como suelo de cimentación.

Las muestras de suelo serán clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento de las normas ASTM D 2448, las que serán tomadas en cuenta para los ensayos de laboratorio, para efectos de clasificación se emplearán los sistemas SUCCS y AASHTO

### **2.6.3. Estudio topográfico**

#### **Objetivo del estudio topográfico**

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna de un determinado sector de terreno a fin de:

Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.

Proporcionar información de base para los estudios hidrológicos, canteras, fuentes de agua, suelos, y de impacto ambiental, en caso se necesitarán.

Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.

Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

## **Metodología**

La metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos antes descritos será la siguiente:

### **Recopilación de información existente**

En este caso tenemos los estudios realizados por terceros (Cartas Nacionales), así como las inspecciones realizadas de manera visual a lo largo del sector donde se llevará a cabo el proyecto

### **Trabajos de campo**

Se realizará reconocimientos a detalles, mediante análisis visual y levantamientos topográficos correspondientes a fin de contar con la mejor alternativa en cuanto al paso del eje del canal en campo.

### **Trabajos de gabinete**

Teniendo la información obtenida en el campo, se procederá al correspondiente procesamiento de la data para posteriormente realizar los diseños respectivos.

## **2.6.4. Estudio hidráulico**

### **2.6.4.1. Disponibilidad hídrica**

Está referida a los caudales medios mensuales y anuales de la fuente hídrica del Río Naranjillo que abastece al sistema de Riego del Canal El Milagro.

La Administración Local de Agua Alto Mayo con el apoyo de su personal técnico mantiene un registro histórico desde el año 2001 sobre la oferta hídrica disponible del Río Naranjillo, la cual es registrada en la estación San Luis, ubicado aguas arriba del puente que cruza la carretera Fernando Belaunde Terry sobre el mencionado río.

### **Evapotranspiración potencial del cultivo**

Es la cantidad de agua consumida durante un determinado lapso en un suelo cubierto de vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua. Se expresa en mm/día, existen varios métodos que basados en datos meteorológico, determinan la evapotranspiración potencial de los cultivos, para el presente trabajo se calculará, mediante el método Penman-Monteith-FAO-CROPWAT, basado en datos meteorológicos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, e insolación, para lo cual se utilizará datos meteorológicos provenientes de la estación meteorológica SENAMHI: CO "NARANJILLO" N° 00219 del Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín, a 05° 50' latitud sur y 77° 23' longitud oeste a unos 1090 msnm, la misma que presenta similares condiciones geográficas y climáticas a la zona del proyecto.

### **Coefficiente de cultivo ponderado**

Es el promedio del Kc de los cultivos del área del proyecto, y se estimará mediante la siguiente expresión:

$$Kc\_ponderado = \frac{\sum(A \times Kc)}{\sum A}$$

### **Uso consuntivo**

Considerado como el consumo real de agua por los cultivos; varía de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas (periodo vegetativo), se expresa en mm/día. La fórmula a emplearse para el cálculo del UC es la siguiente:

$$UC = Eto \times Kc\_ponderado$$

### **Precipitación efectiva**

Es la cantidad de agua que aprovecha la planta, del total de precipitación de lluvia registrada, para cubrir sus necesidades parcial o totalmente. Se expresa en mm.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se utilizará los registros de precipitación promedio mensual de la estación meteorológica SENAMHI: CO "NARANJILLO" N° 00219 las mismas que serán procesadas mediante el Software CropWatfor Windows. Versión 8.

### **Lamina Neta de Agua**

Considerada como la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo para satisfacer sus necesidades. Expresada como la diferencia entre el uso consuntivo y la precipitación efectiva; se expresa en mm, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$LN = (UC - P.Efect)$$

### **Eficiencia de riego**

Indica el porcentaje de agua que será realmente utilizada por los cultivos con respecto a una unidad de agua captada para el proyecto.

**Lamina bruta de agua**  $EF.RIEGO = EfCxEfDxE\cancel{A}$

Es la lámina que resulta luego de considerar la eficiencia de riego, se expresa en milímetros y se calcula mediante la siguiente relación:

$$\text{Lámina bruta de agua (LB)} = \frac{\text{Lámina neta de agua (LN)}}{\text{Eficiencia de Riego}}$$

### **Módulo de riego (MR)**

Definido como el caudal continuo de agua que requiere una hectárea de cultivo, expresada en Lit/seg.; su cálculo se efectuará para cada mes del año mediante la siguiente relación:

$$MR = Req.Vol.Bruto \times \left( \frac{1000}{3600 \times N^{\circ} \text{ dias mes} \times N^{\circ} \text{ horas de riego}} \right)$$

### **Caudal demandado ( $Q_{dem}$ )**

Definido como el caudal requerido por el sistema, de tal manera que se atienda a todos los cultivos instalados, se expresa en Lit/seg. Su cálculo se hará a través de la siguiente expresión:

$$Q_{dem} = Area\ Total \times MR$$

#### **2.6.4.2. Caudal máximo y caudal de diseño del Río Naranjillo**

##### **2.6.4.2.1. Caudal máximo**

El caudal máximo se calculará desarrollando el Método Hidráulico.

##### **Método hidráulico: (García Rico, Elmer)**

Para ello es necesario aplicar la fórmula de Manning Strickler que considera el área hidráulica máxima que corresponde a la descarga máxima, la pendiente del cauce del río y el coeficiente de rugosidad.

Para lo cual será necesario determinar en el “tramo de interés” la sección hidráulica, luego se ubicará en la sección la marca dejada por las avenidas máximas que nos servirá de referencia para los cálculos respectivos.

Según las características de la sección del cauce del río Naranjillo en el tramo de interés, se determinará los siguientes parámetros:

Área Hidráulica (A):

Perímetro Hidráulico (P):

Pendiente de Cauce del río (S):

Radio Hidráulico (R):

Rugosidad de Manning (n):

Aplicando la fórmula de Manning Strickler se tiene:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

**Tabla 5***Determinación del valor de la rugosidad (n) de Manning*

<b>Factor</b>	<b>Condiciones del cauce</b>	<b>Valor río sisa</b>
n0	Material de lecho: grava fina.	0.024
n1	Grado de irregularidad: menor.	0.003
n2	Variación de la sección transversal: ocasionalmente alternante.	0.005
n3	Efecto relativo de obstrucciones: despreciable.	0.000
n4	Vegetación en el cauce: baja.	0.003
m	Cantidad de meandros: menor.	1.000

Fuente: García Rico, Elmer - fórmula de Manning Strickler

Siguiendo este procedimiento, el valor de “n” se calcula utilizando la siguiente relación:

$$n = m * (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$$

Reemplazando valores se tiene que:

$$n = m * (1.00) * (0.024 + 0.003 + 0.005 + 0.000 + 0.003)$$

$$n = 0.035$$

#### **2.6.4.2.2. Caudal de diseño**

Se analizarán los resultados obtenidos utilizando tres métodos: método NASH, método GUMBEL y método LEBEDIEV, podemos encontrar el caudal de diseño, con el cual se realizará el diseño hidráulico de las obras proyectadas.

#### **2.6.5. Canales**

**Villón Béjar, Máximo**, indica lo siguiente:

Los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre). Dentro de estos últimos pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías).

La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y varía de un lugar a otro. Los canales artificiales usualmente se diseñan con formas geométricas regulares. (p.46)

### **Secciones abiertas**

**Sección trapezoidal:** Se usa siempre en canales de tierra y en canales revestidos.

**Sección rectangular:** Se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

**Sección triangular:** Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad del trazo. También se emplean revestidas como alcantarillas de las carreteras.

**Sección parabólica:** Se emplea a veces para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

### **Secciones cerradas**

**Sección circular y sección de herradura:** Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

Para el diseño hidráulico de canales se tomará en cuenta el programa HCANALES.

### **2.6.6. Estudio de impacto ambiental**

Según el **MTC: Dirección General de Caminos**, “La oportuna consideración del impacto de un proyecto sobre el medio ambiente, permite evitar o minimizar daños que en otras circunstancias se vuelven irreparables. De otro lado la compatibilización de los aspectos técnicos con los aspectos estéticos esté normalmente asociado a una más alta calidad final del proyecto”.

El Estudio de Impacto Ambiental EIA tiene por objetivo analizar los impactos ambientales generados durante el “**Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del Canal El Milagro**” en la localidad de bajo Naranjillo del Distrito de Awajún, y proponer las medidas de mitigación correspondientes.

Para la realización de este estudio se obtendrá información bibliográfica y de campo, en concordancia con el informe preliminar de propuesta definitiva del proyecto: **“Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal El Milagro km 00+000 – km 12+402,43 Distrito De Awajún, Provincia De Rioja, Región San Martín”**

Se elaborará una lista preliminar de impactos ambientales según las actividades del proyecto, utilizando las técnicas conocidas para la realización de estudios de impacto ambiental, se eliminarán aquellos que no fuesen relevantes, y se agruparán por etapas (construcción y conservación), así como por actividad.

Se dará una descripción de cada uno de los impactos y se proponen las medidas de mitigación correspondientes. Finalmente, se plantean las conclusiones inherentes a los trabajos desarrollados.

### **Objetivos del EIA**

Este estudio surge por una necesidad de proponer una adecuación técnica de la vía, armónica a las condiciones ambientales del entorno de la obra, en tal sentido este EIA tiene los siguientes objetivos:

Evaluar las características del medio ambiente en los aspectos fisicoquímico, biológico, socioeconómico, cultural, etc. y establecer una línea de base actual.

Identificar y predecir los impactos ambientales que el desarrollo del proyecto podría ocasionar en los diversos componentes del medio ambiente.

Evaluar los impactos potenciales, otorgándoles valores de ponderación cuantitativa, con la finalidad de establecer la importancia de cada uno de ellos en relación a los factores medio ambientales afectados.

Proponer medidas de atenuación a los impactos ambientales que genere el proyecto.

### **Marco normativo**

El EIA se enmarcará en el contexto normativo ambiental que regulan los procesos de desarrollo urbanístico en el País y la Región. En tal sentido es menester hacer énfasis en sus particularidades, tal como precisamos.

**Constitución Política del Perú, (1993)**

El Artículo 2º: refiere como derecho del ser humano, "...el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida...". El Artículo 7º: "Todos tienen derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad". El Artículo 10º "El Estado reconoce el derecho universal y progresivo de toda persona a la seguridad social para su protección frente a las contingencias que precise la Ley y para la elevación de su calidad de vida". Artículos 66º, 67º y 68º, señalan que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, por lo que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

**Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245), pub. 08/07/2001.**

En esta Ley se definen los diversos mecanismos de participación ciudadana, y se señala que las instituciones públicas a nivel nacional, regional y local administrarán la información ambiental en el marco del Sistema Nacional de Información Ambiental.

**Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), pub. 15/10/2005.**

El artículo 25º sobre los Estudios de Impacto Ambiental, manifiesta que son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos.

**Ley del Consejo Nacional del Ambiente – CONAM (Ley N° 26410), pub.22/12/94.**

Mediante Ley N° 26410 se creó el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), como organismo descentralizado, con personería jurídica del derecho público interno, con autonomía funcional, económica, financiera, administrativa y técnica; depende del Presidente del Consejo de Ministros. Es el organismo rector de la Política Nacional Ambiental que tiene la finalidad de planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente y patrimonio natural de la Nación; se encuentra integrado por un Órgano Directivo, Ejecutivo y Consultivo.

**Aprueban Marco Estructural de Gestión Ambiental – (MEGA) (D. N° 001-97-CD-CONAM), pub.13/11/1997.**

El MEGA se aprobó en noviembre de 1997 con los objetivos de: a) garantizar el proceso de coordinación intersectorial entre las entidades y dependencias públicas que poseen competencias ambientales en los diferentes niveles de Gobierno, b) armonizar sus políticas con la Política Ambiental Nacional y administrar conflictos, superposiciones, vacíos de competencia, c) Fortalecer la capacidad de gestión ambiental en el sector público y la concertación con el sector privado y la sociedad civil.

**Código penal – delitos contra la ecología (D.L. N° 635), pub. 08/04/1991.**

El Art. 304°, se refiere a la protección del medio ambiente, estableciendo que quien contamine vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos..., será sancionado. El Art. 313°, señala, que quien, contraviniendo las disposiciones de la autoridad competente, altere el ambiente natural o el paisaje urbano o rural, o modifique la flora o fauna, mediante la construcción de obras o tala de árboles, que dañan la autonomía de sus elementos, serán sancionados.

**Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757), pub. 13/11/1991.**

El Decreto Legislativo No. 757 dispone que en los casos de peligro grave o inminente para el medio ambiente, la autoridad sectorial competente, con conocimiento del CONAM, podrá disponer la adopción de una de las siguientes medidas de seguridad por parte del titular de la actividad: **a.** procedimientos que hagan desaparecer el riesgo o lo disminuyan a niveles permisibles, estableciendo para tal efecto los plazos adecuados en función a su gravedad e inminencia o, **b.** medidas que limiten el desarrollo de las actividades que generen peligro grave e inminente para el medio ambiente.

En el caso de que el desarrollo de la actividad fuera capaz de causar un daño irreversible con peligro grave para el medio ambiente, la vida o la salud de la población, la autoridad sectorial competente podrá suspender los permisos, licencias o autorizaciones que hubiera otorgado para el efecto.

**Ley que regula el derecho por extracción de materiales de álveos o cauces de los ríos por las Municipalidades (Ley N° 28221), pub. 11/05/2004.**

El Art. 1º, señala que las municipalidades distritales y provinciales, en su jurisdicción, son competentes para autorizar la extracción de materiales que acarrear y depositan las aguas en los álveos o cauces de los ríos y para el cobro de los derechos que correspondan.

El art. 3º señala, “los ministerios, entidades públicas y Gobiernos Regionales que tengan a su cargo la ejecución de obras civiles, quedan exceptuados del pago de los derechos”, agregando en su Art. 4º, que la zona de extracción se ubicará siguiendo el eje central del río, sin comprometer las riberas, ni obras hidráulicas existentes en ellas; se señala la suspensión de las actividades de extracción o de cambio de ubicación de la zona de extracción, si los titulares de los permisos contaminan gravemente las aguas del río y afectan la seguridad de la población.

**Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786), pub. 13/05/1997.**

Esta Ley en su Art. 1º modifica el Art. N° 51 de la “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, señalando que el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), deberá ser comunicado por las autoridades sectoriales competentes sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, las que obligatoriamente deberán presentar Estudios de Impacto Ambiental previos a su ejecución.

**Ley del Sistema Nacional Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27466), pub. 23/04/2001.**

Mediante Ley N° 27446, se crea el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), el cual es un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión pública o privada que impliquen actividades, y construcciones u obras que pueden causar impactos ambientales negativos. La Ley contempla que no podrá iniciarse ejecución de proyectos de inversión pública o privada y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitirles, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

**Ley General de Salud (Ley N° 26842), pub. 20/07/1997.**

El Estado es el responsable de formular la política para el aprovechamiento de los recursos hídricos, de manera que se logre un uso racional y económicamente eficiente, teniendo en cuenta los múltiples sectores que demandan dicho recurso. Con éste fin, se crean dos tipos de autoridades: la autoridad de aguas y la autoridad sanitaria. La primera, a cargo del Ministerio de Agricultura (Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA) y la segunda a cargo del Ministerio de Salud (DIGESA).

**Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314), pub. 21/07/2000.**

La Ley No. 27314 – “Ley General de Residuos Sólidos”, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo No. 057-2004-PCM y el Decreto del Consejo Directivo No. 004-2005-CONAM/CD que aprobó el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos; constituyen el marco jurídico para establecer derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, de manera sanitaria y ambientalmente adecuada; con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales, protección de la salud y el bienestar de la persona.

En el reglamento se menciona cada una de las instituciones que tienen el compromiso de atender la gestión y manejo de los residuos sólidos. En cuanto al ámbito municipal, describe los planes integrales que deben realizar los Gobiernos Locales (PIGARS); menciona que en el manejo de los residuos sólidos debe tomarse en cuenta las condiciones de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.

**Reglamento de los niveles de estado de alerta nacional para contaminantes del aire (D.S. N° 009-2003-SA), pub. 25/06/2003.**

En el Art. 2° se define los tipos de estado de alerta como: **estado de cuidado:** donde el nivel de concentración del contaminante puede comenzar a causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en miembros de grupos sensibles; **estado de peligro:** donde el nivel de concentración del contaminante genera riesgo de causar efectos serios en la salud de cualquier persona; **estado de emergencia:** donde el nivel de concentración del contaminante

genera un alto riesgo de afectar seriamente la salud de toda la población. En el Art. 3°, se define los niveles de alerta por contaminantes críticos del aire:

### **2.6.7. Estudio económico**

#### **Costo total del proyecto**

Según el autor, **Salinas Seminario** nos indica que: “costos y presupuestos, son dos términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costos; y un costo por si solo aplicado a una cantidad o metrado de determinada unidad constituye ya un presupuesto”.

#### **Tipo de costos**

**Costos directos:** Mano de Obra, Materiales y Equipo.

**Costos indirectos:** Gastos Generales y Utilidad.

#### **Costos directos**

Según el autor, **Salinas Seminario** nos indica que: “el costo directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

#### **Metrados**

**Salinas Seminario** nos indica que: El Metrado es el término que se utiliza para efectos de señalar magnitudes o cantidades de cada una de las partes o partidas que conforman la ejecución del proyecto o de la obra”.

#### **Análisis de Costos Unitarios**

De manera preliminar, es necesario recalcar la importancia que tiene en la ejecución de una obra, la determinación de los costos unitarios y su compatibilidad con sus respectivas especificaciones técnicas.

Según el autor, **Salinas Seminario** nos indica que: “al análisis de Costo de una partida determinada como la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra y/o materiales y/o equipo (herramientas). Afectados por su precio unitario correspondiente, la cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m3, m2, Kg, p2, etc.)”.

### **Costos Indirectos**

**Según el autor, Salinas Seminario** nos indica que: “los Costos Indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra”.

### **Programación de Obra**

**Según el autor Huerta Amoretti** nos indica que: “la programación de la obra es como el resultado de la planificación del proyecto y en ella se detallan todas las tareas necesarias para concluir el proyecto en los plazos previstos al igual que las duraciones, los inicio, fin de cada tarea, los recursos, costos de cada actividad y tiene la finalidad de lograr el desarrollo óptimo de los trabajos al más bajo costo, empleando el menor tiempo posible y con el requerimiento mínimo de equipo y mano de obra”.

### **Método Gantt**

**Según el autor Huerta Amoretti** nos indica que: “los diagramas de Barras Gantt, son técnicas ampliamente difundidas que consiste en un gráfico de tareas y de barras graficadas dentro de un calendario que muestra el plazo de ejecución de manera que se determina el inicio y fin de cada tarea además de su duración”.

### **Diagrama PERT – CPM**

**Según el autor Huerta Amoretti** nos indica que: “a diferencia del diagrama de barras, el diagrama pert tiene duraciones probabilísticas y trabaja con tiempos de ejecución de tareas dentro de los rangos de probables ocurrencias, muy probable, asignado a cada una de estas duraciones una probabilidad de ocurrencia, obteniendo mediante un análisis probabilístico el plazo de ejecución más probable del proyecto asociado a una probabilidad de ocurrencia”.

### **Cronograma Valorizado de Obra.**

El autor **Ibáñez Olivares** nos indica que: “en función a la programación de obra. El presupuesto base se reparte mensualmente en base a la incidencia mensual que tiene cada una de las actividades (partidas) con el fin de satisfacer las necesidades mensuales en la ejecución de obra”.

La base inicial para el control de costes será el presupuesto estimado aprobado para el proyecto, debidamente estructurado y codificado.

### **2.6.8. Marco conceptual: definición de términos básicos**

#### **Suelo**

Cobertura superficial de la corteza terrestre que se forma por procesos de oxidación, hidratación e hidrólisis, carbonatación y disolución.

#### **Cuenca**

Es el área ocupada por todo un sistema hidrológico íntimamente ligado a un río que tiene su cono de deyección al mar u otro río mayor.

#### **Erosión**

Proceso destructivo de los materiales de la corteza terrestre por acción de los procesos geológicos, que implican fracturamiento, fisuramiento, alteración física y/o química hasta el momento de arranque de los materiales sin considerar el transporte. Los agentes erosivos son: agua, viento y el hombre mismo. La erosión es una fase del proceso de gradación, el cual tiene tres fases: erosión, transporte y sedimentación.

#### **Erosión hidráulica**

Proceso natural que desgasta y destruye continuamente los suelos del cauce natural del río. La erosión es el resultado de la acción del agua. También se le conoce como degradación del cauce.

#### **Hidrometría**

Parte de la hidrodinámica, que trata del modo de medir el caudal, la velocidad o las fuerzas del líquido en movimiento, pudiendo encontrarse este en las corrientes naturales como ríos, quebradas y en estructuras previamente diseñadas como canales, etc. También se encarga de cuantificar el recurso hídrico que se encuentra estacionario en lagos o embalses.

#### **Topografía**

Ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre por medio y usando los tres elementos de espacio: dos distancias y una elevación, o una distancia, una elevación y una dirección. La topografía, en general, es una aplicación de la geometría y, por tanto, sin el conocimiento de esta ciencia, sería imposible que aquella llenara el cometido que tiene asignado.

**Levantamiento topográfico**

Es el conjunto de operaciones que se necesita realizar para poder confeccionar una correcta representación gráfica planimétrica o plano, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferentes cotas o desniveles que presente dicha extensión. Este plano es esencial para emplazar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como lo es para elaborar cualquier proyecto.

Para realizar un levantamiento topográfico, se cuenta con varios instrumentos como el GPS, Nivel de Ingenieros, estación total, el teodolito, la wincha, la mira, los jalones, la brújula, etc.

**Curvas a nivel**

Línea imaginaria que une en forma continua todos los puntos del terreno que poseen una misma cota, también se puede definir como la intersección de un plano horizontal imaginario, de cota definida, con el terreno, Las curvas a nivel poseen una serie de características, que son esenciales para su interpretación.

**Perfil longitudinal**

Es la representación gráfica de la intersección del tramo estudiado de un río o terreno con una superficie de generatrices verticales que contiene el eje del proyecto donde se puede observar los desniveles que existen en dicho tramo.

**Caudal**

Volumen de agua por unidad de tiempo (Seg.) que pasa a través de una sección determinada, que puede ser natural (río) o artificial (canal, tubería, etc.).

**Caudal de diseño**

Es el volumen máximo de agua por unidad de tiempo que pasa por una sección determinada de un río en un tiempo dado y, que se toma como referencia para el dimensionamiento de las diferentes estructuras que se puede proyectar y/o construir dentro del cauce o en sus orillas.

**Tirante de máxima avenida**

Es la profundidad máxima que alcanza el agua en la época de máximas avenidas. Se expresa en metros.

**Pendiente del cauce**

Es la inclinación o declive representativo del río desde su origen o inicio hasta su final.

**Velocidad del agua**

Es la distancia recorrida del agua en una unidad de tiempo. Se expresa en m/seg.

**Socavación**

Efecto hidráulico que consiste en el arrastre de los materiales del fondo del cauce debido a la velocidad del agua; sin embargo, también se incluye dentro de este término el material que, aunque no sufre arrastre se queda sin presiones efectivas; es decir, el material que queda en suspensión.

**Sedimentación**

Es el mecanismo de deposición del detrito rocoso, granular o fino resultante de la erosión, que es depositado en el cauce cuando disminuye la energía del agua que lo transporta, cuyo principal factor es la gravedad.

**Borde Libre**

Es el espacio comprendido entre la cota de la corona o borde superior del río y la superficie del agua en máxima avenida. Se expresa en metros.

**Talud del Cauce**

Es la inclinación del lecho en los extremos del cauce u orillas del río.

**Inundación**

Es el desbordamiento del agua de los ríos y/o lagos. Esta agua cubre las aguas del terreno que usualmente están secas.

**Granulometría**

Parte de la mecánica de suelos que estudia las diferentes características físicas de los materiales que conforman el cauce de los ríos.

**Costo**

Monto que corresponde a la adquisición, empleo o ejecución de los diversos componentes de una obra.

**Rubro**

El título bajo el cual se agrupan características similares.

**Partida**

Cada una de las partes en que se divide convencionalmente una obra para fines de medición, evaluación y pago.

**Metrado**

La cuantificación de una partida, expresada en la unidad de medida correspondiente.

En el presupuesto es la cantidad de unidades por la cual se pagará, a fin de obtener una obra completamente realizada.

**Costo unitario**

La suma de los costos de material, mano de obra con beneficios sociales y obligaciones laborales, equipo mecánico, implementos auxiliares, herramientas y todo lo directamente necesario para la ejecución de una unidad de partida.

**Presupuesto**

El documento en el que consta el metrado y los costos unitarios basándose en los cuales se determina el valor de una obra. El monto del presupuesto se obtiene como resultado de adicionar en forma independiente al monto de obra, y el impuesto que le corresponde al propietario.

**Construcción**

Involucra todas las actividades comprendidas en la categoría F división 45 de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) de las Naciones Unidas tercera revisión (inc. d, Art.3 ley).

**Rendimientos de mano de obra**

Se llamará cuadrilla al número de personas (sea sola o en grupo) necesarias según el procedimiento de construcción adoptado para alcanzar el rendimiento establecido, los rendimientos de mano de obra se establecerán para una jornada de 08 horas, midiéndose en principio utilizando las unidades acostumbradas.

**Utilidad bruta**

Con relación a la utilidad bruta se deberá contar con un cuadro que proporcione las tasas de utilidad bruta según el monto, tipo de obra, riesgo inherente, valor de los servicios que proporciona la empresa y la tasa de productividad del capital que requiere la obra.

**Ruta crítica**

Es el conjunto de actividades críticas que determinan la duración del proyecto.

**Actividades**

Conjunto de operaciones que constituye el proyecto.

**2.7. Hipótesis**

Para el desarrollo del Proyecto de Investigación nos planteamos la siguiente hipótesis:

**La rehabilitación y/o mejoramiento hidráulico y estructural, de las obras del sistema de riego del Canal EL Milagro, hará posible el abastecimiento de agua para riego y cumplir con la cédula de cultivo.**

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales**

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

##### **3.1.1. Recursos humanos**

Tesista

Asesor

Técnico de laboratorio de mecánica de suelos

Digitador

Ayudantes

##### **3.1.2. Recursos materiales y servicios**

Ensayos de Laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

##### **3.1.3. Recursos de equipos**

01 Computadora

01 Estación Total, marca TOPCON, modelo GPT-3005 LW, completos.

01 Nivel Topográfico, marca TOPCON, modelo AT-G7, completos.

02 GPS GARMIN.

01 Computador portátil.

01 Plotter

#### **3.2. Metodología de la investigación**

##### **3.2.1. Universo, población y/o muestra**

###### **3.2.1.1. Universo**

Volumen de agua total requerido para la cédula de cultivo establecida.

### 3.2.1.2.Población

Cada una de las parcelas que integra el área de cultivo a irrigar.

### 3.2.1.3.Muestra

Visto que la población es mínima la muestra será la población.

### 3.2.1.4.Muestreo

Es el medio, la técnica, el método mediante el cual realizaremos el análisis y diseño de las Obras de Arte y Canal.

En nuestro caso va a ser la metodología que emplearemos para hacer el Análisis y diseño de las obras de arte y canal en el sector El Milagro del río Naranjillo en la localidad de Awajún.

## 3.2.2. Sistema de variables

### Variable independiente

Caudal de diseño en función de la cédula de cultivo.

Capacidad portante del suelo.

Leyes de la hidráulica.

### Variable dependiente

Diseños hidráulicos y estructurales del canal y obras de arte del sistema de Riego Canal El Milagro.

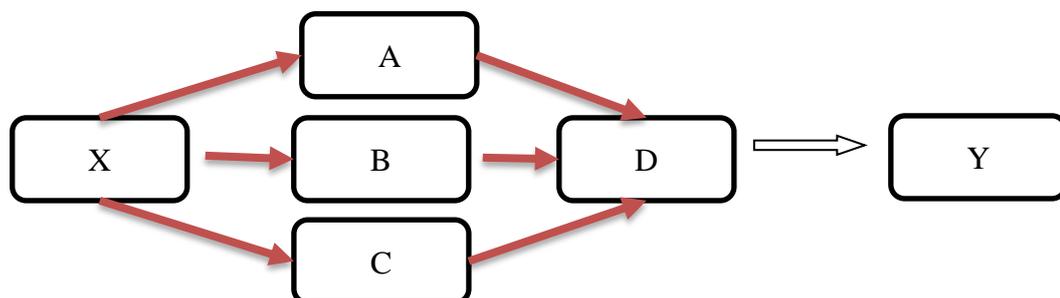
## 3.2.3. Tipo y nivel de investigación

La Investigación es del tipo aplicativo, en el nivel descriptivo.

### 3.2.3.1.Diseño experimental de la investigación

La presente investigación se realizará en gabinete y en campo.

El diseño de investigación es el siguiente:



**X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención del estudio.**

Adquisición, revisión y análisis de información sobre la situación problemática

Aplicación de trabajos de campo para la obtención de las muestras necesarias y/o diagnósticos.

Aplicación de estudios de diagnósticos y elaboración inicial de normas para aplicarlas a la evaluación del problema, complementada con Estudios adicionales.

Estudio de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

**Y: Resultado de la investigación que representa la validez de la hipótesis obteniéndose como resultado la elaboración del análisis y diseño de obras de arte y canal**

**3.2.3.2.Indicadores de estudio**

Para obtener los datos para hacer nuestro análisis, es necesario realizar trabajo de campo para levantar la información requerida. Ello implica elaborar los estudios de Suelos, estudio topográfico, estudio hidrológico, estudio de Impacto ambiental, programas para realizar el análisis y diseño de obras de arte y canal y determinación del costo del proyecto.

Para ello se va a utilizar bibliografía correspondiente a diseño de obras de arte y canal, S10, MS Project, etc.

**3.2.4. Procesamiento de la información**

**3.2.4.1. Procesamiento de datos**

Se obtendrá información teórica referente al tema de estudio.

Se procederá a organizar la información según lo establecido por el reglamento y normas.

Se tomará información de campo, específicamente en el sector El Milagro (río Naranjillo) de la localidad de Bajo Naranjillo - Awajún, lugar donde se efectuará el estudio del Sistema de Riego.

Los valores obtenidos se ordenarán adecuadamente para poder formular el documento final.

#### **3.2.4.2. Presentación de datos**

Los resultados se presentarán ordenados y si es necesario se elaborarán cuadros resúmenes para dar mayor claridad a la investigación permitiendo de esa manera validar la hipótesis.

#### **3.2.4.3. Análisis e interpretación de datos y resultados**

Los análisis e interpretación de los resultados se harán de acuerdo a la información obtenida en las diferentes fases de la investigación, cruzando información y contrastándola con la documentación que constituye la propuesta.

Para desarrollar este proyecto de investigación se ha empleado normas, textos bibliográficos, especificaciones técnicas, manuales, programa S10, MS Project, etc.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUCIONES

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó utilizando 01 Estación Total – SOUTH Modelo NT-362R (alcance 5,000 m, distancia mínima de enfoque 1.5 m, precisión angular de 2", panel de 2 lados), con un sistema de 02 Prismas; 03 radios de comunicaciones FCC marca Motorola y 01 GPS MAP 60 CSx GARMIN.

El trabajo topográfico se inició con el reconocimiento del terreno, anotando los detalles; luego se elaboró los croquis de ubicación. Posteriormente se realizó la instalación de PIs y BMs a lo largo del tramo del canal, donde se procedió a emplantillar con pintura esmalte color azul los puntos de referencia (BMs y Estaciones Topográficas).

De acuerdo a condiciones observadas en el área de estudio, se consideró necesario mantener el esquema del sistema de riego existente.



*Figura 12.* Levantamiento topográfico con estación total (Fuente: Levantamiento topográfico con estación total)

**Tabla 6***Ubicación de toma laterales*

DATOS DE TOMAS LATERALES TÍPICAS CANAL EL MILAGRO										
Toma N°	Rumbo	PROGRESIVA	Qd (m <sup>3</sup> /s)	DATOS DE CANAL			NIVELES			
				B (m)	Z	H (m)	Cota 1	Cota 2	Cota 3	Cota 4
1	Izquierdo	1+576.50	0.3	0.6	1	1.20	789.44	789.44	788.94	788.74
2	Izquierdo	2+050.50	0.3	0.6	1	1.20	786.26	786.26	785.76	785.56
3	Izquierdo	2+243.50	0.3	0.6	1	1.20	785.78	785.78	785.28	785.08
4	Izquierdo	2+380.00	0.3	0.6	1	1.20	785.44	785.44	784.94	784.74
5	Izquierdo	3+513.50	0.3	0.6	1	1.20	781.6	781.6	781.1	780.9
6	Izquierdo	4+126.50	0.3	0.6	1	1.20	779.07	779.07	778.57	778.37
7	Izquierdo	4+129.00	0.3	0.6	1	1.20	779.06	779.06	778.56	778.36
8	Izquierdo	4+230.00	0.3	0.6	1	1.20	778.81	778.81	778.31	778.11
9	Izquierdo	4+397.00	0.3	0.6	1	1.20	778.39	778.39	777.89	777.69
10	Derecho	4+865.00	0.3	0.6	1	1.20	777.22	777.22	776.72	776.52
11	Izquierdo	5+218.00	0.3	0.6	1	1.20	776.34	776.34	775.84	775.64
12	Izquierdo	6+065.00	0.3	0.6	1	1.20	774.86	774.86	774.36	774.16
13	Izquierdo	6+308.00	0.3	0.6	1	1.20	774.5	774.5	774	773.8
14	Izquierdo	7+155.00	0.3	0.6	1	1.20	772.25	772.25	771.75	771.55
15	Derecho	7+505.00	0.3	0.6	1	1.20	771.38	771.38	770.88	770.68
16	Derecho	7+700.00	0.3	0.6	1	1.20	770.9	770.9	770.4	770.2
17	Izquierdo	7+793.00	0.3	0.6	1	1.20	770.66	770.66	770.16	769.96
18	Izquierdo	8+680.00	0.3	0.6	1	1.20	767.44	767.44	766.94	766.74
19	Derecho	8+765.00	0.3	0.6	1	1.20	767.23	767.23	766.73	766.53
20	Izquierdo	9+112.00	0.3	0.6	1	1.20	766.36	766.36	765.86	765.66
21	Izquierdo	9+210.00	0.3	0.6	1	1.20	766.12	766.12	765.62	765.42
22	Izquierdo	9+938.00	0.3	0.6	1	1.20	765	765	764.5	764.3
23	Izquierdo	10+428.00	0.3	0.6	1	1.20	764.26	764.26	763.76	763.56
24	Derecho	10+747.00	0.3	0.6	1	1.20	763.82	763.82	763.32	763.12
25	Derecho	10+864.00	0.3	0.6	1	1.20	763.7	763.7	763.2	763
26	Izquierdo	11+313.00	0.3	0.6	1	1.20	763.25	763.25	762.75	762.55
27	Izquierdo	11+456.00	0.3	0.6	1	1.20	763.11	763.11	762.61	762.41
28	Derecho	11+632.00	0.3	0.6	1	1.20	762.93	762.93	762.43	762.23

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

**Tabla 7***Ubicación de toma parcela*

DATOS DE TOMAS PARCELARIAS CANAL EL MILAGRO		
Toma N°	Rumbo	PROGRESIVA
1	Izquierdo	2+377.00
2	Derecho	2+696.00
3	Izquierdo	4+992.00
4	Derecho	5+386.00
5	Izquierdo	5+668.00
6	Izquierdo	5+710.00
7	Derecho	5+791.50
8	Izquierdo	6+028.00
9	Derecho	6+060.00
10	Izquierdo	6+840.00
11	Izquierdo	9+048.00
12	Izquierdo	9+068.00
13	Izquierdo	9+117.00
14	Derecho	10+269.00
15	Izquierdo	11+089.00
16	Izquierdo	11+197.00
17	Derecho	11+327.50

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

**Tabla 8***Ubicación de pase peatonal*

<b>PASOS PEATONALES CANAL EL MILAGRO</b>			
<b>Pase N°</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>Pase N°</b>	<b>PROGRESIVA</b>
1	1+588.50	18	6+820.00
2	1+920.00	19	7+148.00
3	2+040.00	20	7+740.00
4	2+249.00	21	7+940.00
5	2+745.00	22	8+240.00
6	2+895.00	23	8+460.00
7	3+131.50	24	8+960.00
8	3+365.00	25	9+107.00
9	3+669.00	26	9+220.00
10	4+246.50	27	9+934.00
11	4+400.00	28	10+160.00
12	4+524.00	29	10+450.00
13	4+860.00	30	10+750.00
14	5+230.00	31	11+173.00
15	5+740.00	32	11+500.00
16	6+040.00	33	11+720.00
17	6+320.00	34	12.200.00

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

**Tabla 9***Ubicación de afluentes*

<b>AFLUENTES CANAL EL MILAGRO</b>			
<b>Afluente N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Afluente N°</b>	<b>Progresiva</b>
1	0+352.50	20	1+206.50
2	0+398.50	21	4+353.50
3	0+837.50	22	4+511.50
4	0+940.00	23	4+600.00
5	1+193.00	24	4+656.50
6	1+280.50	25	4+756.50
7	1+303.50	26	5+323.50
8	1+304.50	27	5+612.50
9	1+323.50	28	6+005.50
10	1+498.50	29	6+500.00
11	1+558.50	30	6+621.50
12	2+244.00	31	6+838.50
13	2+448.50	32	6+906.00
14	2+891.50	33	7+525.50
15	3+075.00	34	1+206.50
16	3+158.50	35	8+160.00
17	3+368.50	36	8+260.00
18	3+513.50	37	9+368.00
19	3+663.00	38	9+651.50

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

**Tabla 10***Ubicación de caída vertical*

Progresivas		Cuadro de caídas verticales canal el milagro															Niveles (msnm)							
Nº	Inicio de caída	Final de estruc.	B	H1	H2	Z1	Z2	H3	B1	P	Lt	D	E	G	Hz	I1	I2	Lg Tre	Lg Cont	Lg Trs	Cota 1	Cota 2	Cota 3	Cota 4
1	0+292.00	0+301.50	2.00	1.20	1.70	3.20	3.20	1.20	2.40	0.50	4.50	1.50	1.00	2.00	0.50	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	795.26	795.26	794.51	794.76
2	0+500.00	0+509.50	2.00	1.20	2.00	3.20	3.20	1.20	2.40	0.80	4.50	1.50	1.00	2.00	0.80	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	794.24	794.24	793.19	793.44
3	0+700.00	0+709.50	2.00	1.20	1.70	3.20	3.20	1.20	2.40	0.50	4.50	1.50	1.00	2.00	0.50	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	792.94	792.94	792.19	792.44
4	1+020.00	1+029.50	2.00	1.20	2.00	3.20	3.20	1.20	2.40	0.80	4.50	1.50	1.00	2.00	0.80	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	791.63	791.64	790.59	790.84
5	1+720.00	1+729.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	789.09	789.09	787.84	788.09
6	1+960.00	1+969.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	787.49	787.49	786.24	786.49
7	2+280.00	2+289.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	784.19	784.19	782.94	783.19
8	3+700.00	3+709.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	781.14	781.14	779.89	780.14
9	6+980.00	6+989.50	2.00	1.20	2.00	3.20	3.20	1.20	2.40	0.80	4.50	1.50	1.00	2.00	0.80	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	773.50	773.5	772.45	772.70
10	7+840.00	7+849.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	770.50	770.5	769.25	769.50

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

**Tabla 11***Caidas verticales canal El Milagro*

Caída Nº	PROGRESIVAS		CUADRO DE CAIDAS VERTICALES CANAL EL MILAGRO																	NIVELES (msnm)				
	INICIO	FINAL	B	H1	H2	Z1	Z2	H3	B1	P	LT	D	E	G	hz	I1	I2	LgTrE	LgCont	LgTrS	Cota 1	Cota 2	Cota 3	Cota 4
1	0+292.00	0+301.50	2.00	1.20	1.70	3.20	3.20	1.20	2.40	0.50	4.50	1.50	1.00	2.00	0.50	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	795.26	795.26	794.51	794.76
2	0+500.00	0+509.50	2.00	1.20	2.00	3.20	3.20	1.20	2.40	0.80	4.50	1.50	1.00	2.00	0.80	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	794.24	794.24	793.19	793.44
3	0+700.00	0+709.50	2.00	1.20	1.70	3.20	3.20	1.20	2.40	0.50	4.50	1.50	1.00	2.00	0.50	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	792.94	792.94	792.19	792.44
4	1+020.00	1+029.50	2.00	1.20	2.00	3.20	3.20	1.20	2.40	0.80	4.50	1.50	1.00	2.00	0.80	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	791.63	791.64	790.59	790.84
5	1+720.00	1+729.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	789.09	789.09	787.84	788.09
6	1+960.00	1+969.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	787.49	787.49	786.24	786.49
7	2+280.00	2+289.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	784.19	784.19	782.94	783.19
8	3+700.00	3+709.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	781.14	781.14	779.89	780.14
9	6+980.00	6+989.50	2.00	1.20	2.00	3.20	3.20	1.20	2.40	0.80	4.50	1.50	1.00	2.00	0.80	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	773.50	773.5	772.45	772.70
10	7+840.00	7+849.50	2.00	1.20	2.20	3.20	3.20	1.20	2.40	1.00	4.50	1.50	1.00	2.00	1.00	0.80	0.80	2.00	1.00	2.00	770.50	770.5	769.25	769.50

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

Posteriormente se procesó la información y se plasmó los planos utilizando los softwares: Autodesk Land Desktop 2009 y AutoCAD 2014.

## 4.2. Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos, describe las condiciones y características de los suelos que serán usados como material de construcción o como base de sustentación de las obras de ingeniería. La importancia radica en el hecho de que, si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizás no tomados en consideración en el diseño, produciendo a su vez deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.

El canal contempla la ejecución de pequeñas obras de arte de las cuales resultan siendo las más importantes la construcción de alcantarillas para lo cual se hizo el estudio de suelos con fines de cimentación, mediante uso de calicatas, ensayos de laboratorio se ha reportado las características geotécnicas del suelo. A continuación, en la siguiente imagen se muestra la estratigrafía y propiedades del terreno.

**Tabla 12**

*Calicatas, profundidad y cota realtiva*

Calicata	Profundidad (m)	Cota relativa (msnm)
C-1	2.50	797
C-2	2.50	793
C-3	2.50	792
C-4	2.50	787
C-5	2.50	783
C-6	2.50	779
C-7	2.50	777
C-8	2.50	774
C-9	2.50	772
C-10	2.50	778
C-11	2.50	777
C-12	2.50	776
C-13	2.50	775
C-14	2.50	774
C-15	2.50	773
C-16	2.50	771
C-17	2.50	771
C-18	2.50	768
C-19	2.50	767
C-20	2.50	766
C-21	2.50	765
C-22	2.50	764
C-23	2.50	764
C-24	2.50	763
C-25	2.50	762
C-26	2.50	762

Fuente: Datos obtenidos por medio del levantamiento topográfico

Se realizaron 26 calicatas distribuidos en el terreno de acuerdo al proyecto.

## Perfiles estratigráficos

### Resumen de estratos

Sobre la base de los registros de calicatas, ensayos de laboratorio e información recopilada, se han elaborado los perfiles estratigráficos:

**Tabla 13**

*Resumen de estratos*

Resumen de estratos									
Muestra	Sucs	Prof. (m)	Cont. De humedad (%)	Porcentaje en muestras de:			Límites de consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Ll (%)	Lp (%)	Ip (%)
C-01, mii	Cl	0.35-2.50	26.27	0.00	16.60	83.40	17.92	12.75	30.67
C-02, mii	Cl	0.35-2.50	27.86	0.00	23.85	76.15	18.20	15.70	33.90
C-03, mii	Cl	0.30-2.50	26.83	0.00	28.51	71.49	16.18	14.03	30.21
C-04, mii	Cl	0.30-2.50	23.62	0.00	28.19	71.81	16.21	14.04	30.25
C-05, mii	Cl	0.30-2.50	24.78	0.00	38.84	61.16	18.38	12.63	31.01
C-06, mii	Cl	0.30-2.50	28.52	0.00	20.00	80.00	18.02	17.98	36.00
C-07, mii	Cl	0.30-2.50	28.81	0.00	31.43	68.57	19.43	15.81	35.24
C-08, mii	Cl	0.20-2.50	31.53	0.00	34.98	65.02	24.49	65.02	37.59
C-09, mii	Cl	0.25-2.50	31.05	0.32	38.03	61.65	20.85	18.97	39.82
C-10, mii	Cl	0.30-2.50	31.11	0.00	19.28	80.72	21.96	17.57	39.53
C-11, mii	Cl	0.35-2.50	30.86	0.00	40.55	59.37	21.69	17.65	39.34
C-12, mii	Cl	0.40-2.50	27.41	0.54	25.18	74.29	18.56	15.82	34.38
C-13, mii	Cl	0.30-2.50	34.99	0.00	13.23	86.77	24.27	21.04	45.31
C-14, mii	Cl	0.30-2.50	31.69	0.00	35.30	64.70	24.57	12.99	37.56
C-15, mii	Cl	0.35-2.50	22.67	0.00	30.18	69.82	15.50	11.94	27.44
C-16, mii	Cl	0.30-2.50	22.11	0.00	29.85	70.15	15.56	11.92	27.48
C-17, mii	Cl	0.25-2.50	27.00	8.45	33.24	58.30	18.78	13.10	31.88
C-18, mii	Cl	0.25-2.50	29.02	0.00	36.73	63.27	21.65	13.24	34.89
C-19, mii	Cl	0.30-2.50	34.58	0.89	38.77	60.34	23.13	20.55	43.68
C-20, mii	Cl	0.30-2.50	38.03	0.00	7.45	92.55	24.79	24.71	49.50
C-21, mii	Cl	0.30-2.50	22.74	0.00	30.67	69.33	27.47	15.50	11.97
C-22, mii	Cl	0.30-2.50	22.65	0.00	29.80	70.20	27.51	15.56	11.95
C-23, mii	Cl	0.30-2.50	34.45	0.89	38.77	60.34	43.75	23.13	20.62
C-24, mii	Cl	0.30-2.50	35.07	0.00	38.13	61.87	44.09	23.12	20.97
C-25, mii	Cl	0.25-2.50	34.17	0.00	28.80	71.20	42.67	23.93	18.74
C-26, mii	Cl	0.30-2.50	36.34	0.00	30.57	69.43	41.65	22.28	19.37

Fuente: Estudio de suelo

### 4.3. Cálculo de la capacidad portante del suelo (teoría de Bell/Terzaghi)

#### Calicata 03

#### Cimentación corrida:

$$q_u = \frac{2}{3} c \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

Ángulo de fricción :  $\phi = 19$

Cohesión :  $C = 0.092 \text{ kg/cm}^2 = 0.92 \text{ tn/m}^2$

Densidad natural :  $\gamma = 1.56 \text{ gr/cm}^3 = 1.56 \text{ tn/m}^3$

Profundidad de cimentación :  $D_f = 1.50 \text{ m}$

Factores de carga :

$$N'_c = 10$$

$$N'_q = 2.6$$

$$N'_\gamma = 1.7$$

Ancho de la cimentación :  $B = 1.00 \text{ m}$

Factor de seguridad :  $F_s = 3$

$$q_u = \frac{2}{3} \left(0.92 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}\right) (10) + \left(1.56 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3}\right) (1.50 \text{ m}) (2.6) + \frac{1}{2} \left(1.56 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3}\right) (1 \text{ m}) (1.7)$$

$$q_u = 6.133 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} + 6.084 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} + 1.326 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

$$q_u = 13.543 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_m = \frac{13.543 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}}{3}$$

$$q_m = 4.51 \frac{tn}{m^2}$$

**Cimentación cuadrada:**

$$q_u = 0.867c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

$$q_u = 0.867 \left( 0.92 \frac{tn}{m^2} \right) (10) + \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1.50 \text{ m})(2.6) + 0.4 \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1 \text{ m})(1.7)$$

$$q_u = 7.9764 \frac{tn}{m^2} + 6.084 \frac{tn}{m^2} + 1.0608 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 15.1212 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_m = \frac{15.1212 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 5.04 \frac{tn}{m^2}$$

**Calicata 07**

**Cimentación corrida:**

$$q_u = \frac{2}{3}c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

Ángulo de fricción :  $\phi = 20$

Cohesión :  $C = 0.097 \text{ kg/cm}^2 = 0.97 \text{ tn/m}^2$

Densidad natural :  $\gamma = 1.56 \text{ gr/cm}^3 = 1.56 \text{ tn/m}^3$

Profundidad de cimentación :  $Df = 1.50 \text{ m}$

Factores de carga :

$$N'c = 10.5$$

$$N'q = 3.06$$

$$N'y = 2.8$$

Ancho de la cimentación : B = 1.00 m

Factor de seguridad : Fs = 3

$$q_u = \frac{2}{3} \left(0.97 \frac{tn}{m^2}\right)(10.5) + \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1.50 m)(3.06) + \frac{1}{2} \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1 m)(2.8)$$

$$q_u = 6.79 \frac{tn}{m^2} + 7.1604 \frac{tn}{m^2} + 2.184 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 16.1344 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{Fs}$$

$$q_m = \frac{16.1344 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 5.38 \frac{tn}{m^2}$$

**Cimentación Cuadrada:**

$$q_u = 0.867c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

$$q_u = 0.867 \left(0.97 \frac{tn}{m^2}\right)(10.5) + \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1.50 m)(3.06) + 0.4 \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1 m)(2.8)$$

$$q_u = 8.8304 \frac{tn}{m^2} + 7.1604 \frac{tn}{m^2} + 1.7472 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 17.738 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{Fs}$$

$$q_m = \frac{17.738 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 5.91 \frac{tn}{m^2}$$

### Calicata 13

#### Cimentación corrida:

$$q_u = \frac{2}{3} c \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

Ángulo de fricción :  $\phi = 16$

Cohesión :  $C = 0.05 \text{ kg/cm}^2 = 0.50 \text{ tn/m}^2$

Densidad natural :  $\gamma = 1.56 \text{ gr/cm}^3 = 1.56 \text{ tn/m}^3$

Profundidad de cimentación :  $D_f = 1.50 \text{ m}$

Factores de carga :

$$N'_c = 8.9$$

$$N'_q = 2.2$$

$$N'_\gamma = 1.1$$

Ancho de la cimentación :  $B = 1.00 \text{ m}$

Factor de seguridad :  $F_s = 3$

$$q_u = \frac{2}{3} \left( 0.5 \frac{tn}{m^2} \right) (8.9) + \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1.50 \text{ m}) (2.2) + \frac{1}{2} \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1 \text{ m}) (1.1)$$

$$q_u = 2.9667 \frac{tn}{m^2} + 5.148 \frac{tn}{m^2} + 0.858 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 8.9727 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_m = \frac{8.9727 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 2.99 \frac{tn}{m^2}$$

### Cimentación Cuadrada

$$q_u = 0.867c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

$$q_u = 0.867 \left( 0.5 \frac{tn}{m^2} \right) (8.9) + \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1.50 \text{ m})(2.2) + 0.4 \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1 \text{ m})(1.1)$$

$$q_u = 3.8581 \frac{tn}{m^2} + 5.148 \frac{tn}{m^2} + 0.6864 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 9.6925 \frac{tn}{m^2}$$



$$q_m = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_m = \frac{9.6925 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 3.23 \frac{tn}{m^2}$$

### Calicata 17

#### Cimentación corrida:

$$q_u = \frac{2}{3}c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

Ángulo de fricción :  $\phi = 19$

Cohesión :  $C = 0.11 \text{ kg/cm}^2 = 1.1 \text{ tn/m}^2$

Densidad natural :  $\gamma = 1.56 \text{ gr/cm}^3 = 1.56 \text{ tn/m}^3$

Profundidad de cimentación :  $Df = 1.50 \text{ m}$

Factores de carga :

$$N'c = 10$$

$$N'q = 2.6$$

$$N'y = 1.7$$

Ancho de la cimentación :  $B = 1.00 \text{ m}$

Factor de seguridad :  $Fs = 3$

$$q_u = \frac{2}{3} \left(1.1 \frac{tn}{m^2}\right)(10) + \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1.50 \text{ m})(2.6) + \frac{1}{2} \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1 \text{ m})(1.7)$$

$$q_u = 7.333 \frac{tn}{m^2} + 6.084 \frac{tn}{m^2} + 1.326 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 14.743 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{Fs}$$

$$q_m = \frac{14.743 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 4.91 \frac{tn}{m^2}$$

**Cimentación Cuadrada:**

$$q_u = 0.867c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

$$q_u = 0.867 \left(1.1 \frac{tn}{m^2}\right)(10) + \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1.50 \text{ m})(2.6) + 0.4 \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1 \text{ m})(1.7)$$

$$q_u = 9.537 \frac{tn}{m^2} + 6.084 \frac{tn}{m^2} + 1.0608 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 16.6818 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{Fs}$$

$$q_m = \frac{16.6818 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 5.56 \frac{tn}{m^2}$$

**Calicata 22**

**Cimentación corrida:**

$$q_u = \frac{2}{3} c \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

Ángulo de fricción :  $\phi = 19$

Cohesión :  $C = 0.05 \text{ kg/cm}^2 = 0.50 \text{ tn/m}^2$

Densidad natural :  $\gamma = 1.56 \text{ gr/cm}^3 = 1.56 \text{ tn/m}^3$

Profundidad de cimentación :  $D_f = 1.50 \text{ m}$

Factores de carga :

$$N'_c = 10$$

$$N'_q = 2.6$$

$$N'_\gamma = 1.7$$

Ancho de la cimentación:  $B = 1.00 \text{ m}$

Factor de seguridad:  $F_s = 3$

$$q_u = \frac{2}{3} \left(0.5 \frac{tn}{m^2}\right)(10) + \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1.50 \text{ m})(2.6) + \frac{1}{2} \left(1.56 \frac{tn}{m^3}\right)(1 \text{ m})(1.7)$$

$$q_u = 3.333 \frac{tn}{m^2} + 6.084 \frac{tn}{m^2} + 1.326 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 10.743 \frac{tn}{m^2}$$



$$q_m = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_m = \frac{10.743 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 3.58 \frac{tn}{m^2}$$

**Cimentación cuadrada:**

$$q_u = 0.867c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'\gamma$$

$$q_u = 0.867 \left( 0.5 \frac{tn}{m^2} \right) (10) + \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1.50 m)(2.6) + 0.4 \left( 1.56 \frac{tn}{m^3} \right) (1 m)(1.7)$$

$$q_u = 4.335 \frac{tn}{m^2} + 6.084 \frac{tn}{m^2} + 1.0608 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_u = 11.4798 \frac{tn}{m^2}$$

$$\Rightarrow q_m = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_m = \frac{11.4798 \frac{tn}{m^2}}{3}$$

$$q_m = 3.83 \frac{tn}{m^2}$$

**Tabla 14**

*Capacidad admisible de los suelos*

Muestra	Capacidad admisible de los suelos							
	Corte directo			Densidad de campo		Ancho de la cimentación	Profundidad de desplante	Capacidad admisible
	$\gamma_{nat}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Ángulo de fricción ( $\phi$ )	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_h$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )			
C-3	1.56	19	0.092	1.56	1.20	1.00	1.50	0.451
C-7	1.56	20	0.097	1.56	1.20	1.00	1.50	0.538
C-13	1.56	16	0.05	1.56	1.20	1.00	1.50	0.299
C-17	1.56	19	0.11	1.56	1.20	1.00	1.50	0.491
C-22	1.56	19.00	0.05	1.56	1.20	1.00	1.50	0.358

Fuente: Estudio de suelos

## **Suelos**

El suelo de apoyo estudiado se desarrolló a partir de 0.30 metros en promedio desde el nivel del terreno natural, identificándose como una arcilla ligeramente plástica (CL), se encuentra en un estado de consistencia semi dura con estructura tipo cohesiva y partículas de forma acicular. Generalmente estos materiales en este estado poseen de mala a regular capacidad de carga, recomendándose conectar la cimentación por medio de vigas de cimentación, las mismas que tendrán la función de evitar asentamientos diferenciales inesperados y absorber cualquier esfuerzo de torsión debido a la colocación de zapatas excéntricas, el diseño estructural será proyectada en base a las cargas que llegan en cada columna. Existe evidencia de moderada cantidad de sales solubles totales, por lo que recomendamos utilizar cemento tipo MS o similar en el diseño de las cimentaciones. En los cálculos suponemos que el agua freática llegará a saturar el suelo de apoyo, por lo que estimamos que la cimentación estará en la condición de saturada en toda su vida útil. Se recomienda no proyectar jardines cerca de las principales estructuras del edificio, incrementan la humedad y las deformaciones del suelo, considerar la posibilidad de jardines; para la construcción de pavimentos (pisos y veredas), usar material granular no tratado.

## **Canteras**

Los trabajos consistieron en la localización de canteras y su evaluación preliminar superficial, la determinación de la potencia estimada, ubicación con respecto al eje del canal, accesos, posibles usos, etc.

Se ha determinado que el material de los ríos de la zona está contaminado por la presencia de finos al igual que todas las obras que se ejecutan en la zona se usan agregados provenientes de la cantera, Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín, para lo cual el presupuesto considera el flete correspondiente.

## **Ensayos de laboratorio**

Los ensayos correspondientes que se han considerado son los siguientes:

Ensayo de Contenido de Humedad natural

Peso específico relativo de los sólidos

Peso volumétrico

Límites de atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad)

Granulometría por tamizado

Corte directo residual

### **Granulometría gruesa (gravilla de ½")**

**Tabla 15**

*Paso de la granulometría gruesa según diámetro de tuvo*

<i>Malla n°</i>	<i>% que pasa</i>
1 ½"	100.00 %
1"	100.00 %
¾"	100.00 %
½"	94.39 %
3/8"	92.99 %
1/4	95.94%

Fuente: Estudio de suelos

### **Granulometría fina (arena)**

**Tabla 16**

*Paso de la granulometría fina según diámetro de tuvo*

<i>Malla n°</i>	<i>% que pasa</i>
3/8"	100.00 %
1/4"	100.00 %
N° 4	100.00 %
N° 8	99.45 %
N° 10	98.31 %
N° 16	97.34 %
N° 20	96.35 %
N° 30	95.46 %
N° 40	94.35 %
N° 50	93.69 %
N° 60	92.65 %
N ° 100	91.68 %
N° 200	90.82 %
Plato	0.00 %

Fuente: Estudio de suelos

## **4.4. Estudio de impacto ambiental**

### **4.4.1. Etapa de planificación**

Identificación y Formulación del PIP.

Declaratoria de Viabilidad del PIP.

Formulación del Expediente Técnico del PIP.

Aprobación de Expediente Técnico por Resolución Directoral.

Coordinación con los involucrados del PIP para preparar el concurso para selección del Proveedor – Ejecutor del proyecto.

Otorgamiento de la Buena Pro a la empresa contratista para la ejecución del proyecto.

Reconocimiento de campo.

Identificación de canteras y botaderos.

Alquiler de almacén de obra.

Traslado y colocación de materiales de obra.

Movilización y desmovilización de maquinarias y herramientas manuales.

Trazado y replanteo del punto de captación de agua, obras de arte y la longitud del canal.

### **4.4.2. Etapa de construcción**

Es en esta etapa donde se presentan los mayores impactos debido a la construcción de la infraestructura de riego, podemos subdividir esta etapa constructiva en los siguientes procesos:

#### **Infraestructura de Captación**

El Canal El Milagro, actualmente tiene una bocatoma rustica con un sistema de gaviones en la parte izquierda, un sistema de empedrado que simula un barraje y una captación con dos compuertas, no posee ningún sistema de trata de material sedimentario y de eliminación de escombros ya que todo el sistema de conducción es con material propio de la zona de tierra.

#### **Infraestructura de Conducción**

Canal principal: El Milagro es de primer orden de tipo rustico, tiene una captación deficiente con 35m de garganta anteponiéndose a su compuerta principal y una distancia de 360ml

hasta su primera compuerta lateral la cota en su compuerta de captación es 796.00m y una longitud total de 12.4Km y una cota final de 762.00m, desde este punto hasta la progresiva. En total el canal se tiene 28 tomas laterales, 17 tomas a parcelas, 10 caídas verticales en su recorrido.

### Instalaciones de Medición y Control

En el canal El Milagro por cada turno de riego se benefician entre 1 a 10 agricultores dependiendo de la disponibilidad de agua en la fuente, sin embargo, no cuenta con ninguna estructura de medición y control lo cual genera una incertidumbre en cuanto a la distribución del agua, considerando que no se puede saber cuánta agua recibirá cada usuario.

Finalmente es preciso mencionar que en el sistema de riego del canal El Milagro no existen reservorios, obras de represamiento menor, acondicionamiento de parcelas ni obras de drenaje.

Es preciso recalcar asimismo que las pérdidas entre el 20 a 25 % son pérdidas estimadas según la experiencia de otros proyectos de la zona y la versión de los usuarios de riego; a la fecha como se mencionó no es posible determinarlas con exactitud.

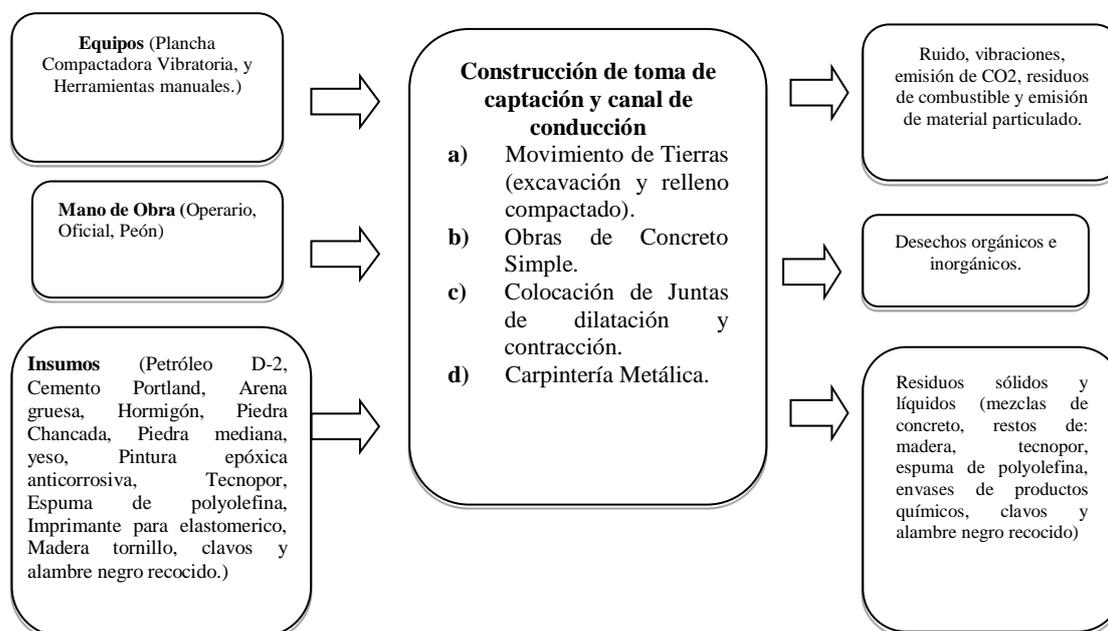


Figura 13. Gráfico de construcción de toma de captación y canal de conducción (Fuente: Elaboración propia)

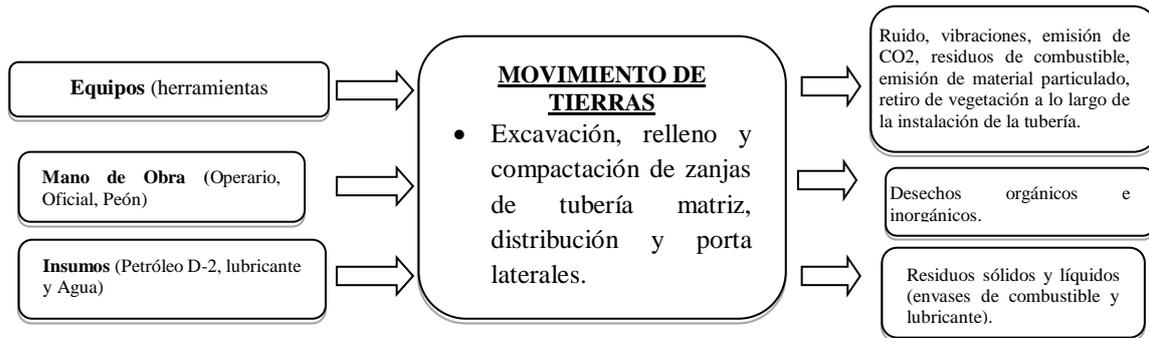


Figura 14. Movimiento de tierras (Fuente: Elaboración propia)

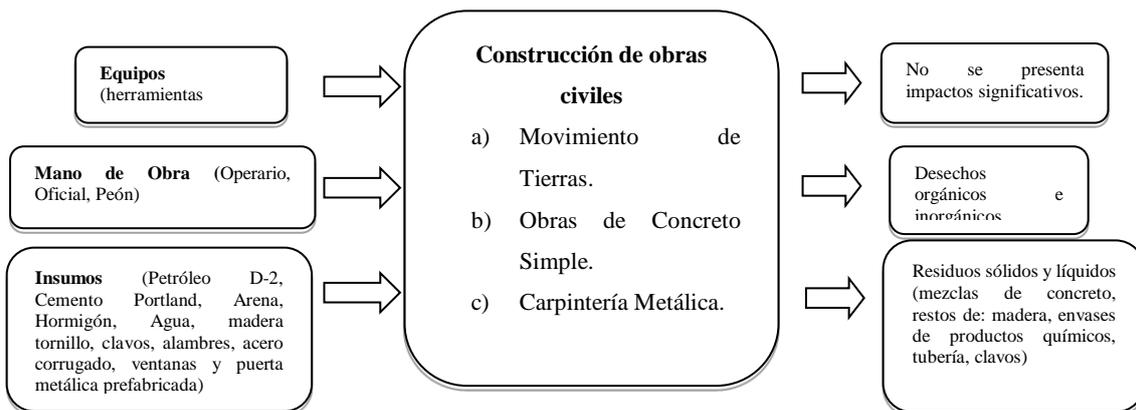


Figura 15. Construcción de obras civiles (Fuente: Elaboración propia)

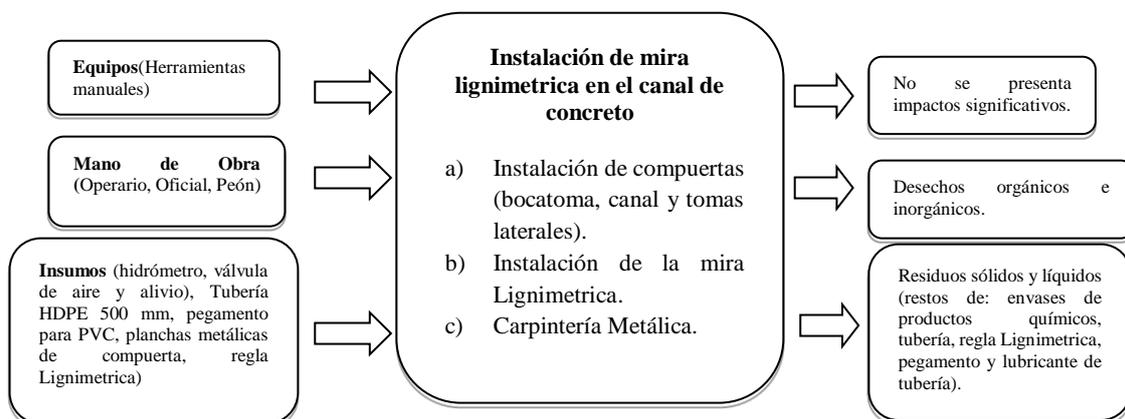


Figura 16. Instalación de mira lignimétrica en el canal de concreto (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.4.3. Etapa de operación

En esta etapa se presentan impactos con una afectación leve a nula debido a la realización de los siguientes procesos siguientes:

La primera, realiza la manipulación de las compuertas metálicas de la captación, canal de conducción, con la finalidad de regulación, entregar el caudal ofertado para el sistema de riego.

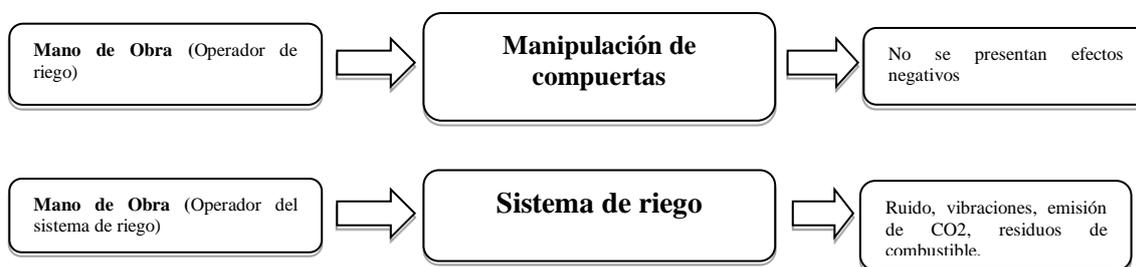


Figura 17. Manipulación de compuertas y sistema de riego (Fuente: Elaboración propia)

El mantenimiento del sistema de riego, limpieza, pintado y engrase de las compuertas, cambio de la tubería en el tramo del canal que se colocara, limpieza y pintado de la regla Lignimétrica.

#### 4.4.4. Etapa de mantenimiento

En esta etapa se presentan impactos con una afectación leve a nula debido a la realización de los siguientes procesos siguientes:

Limpieza de sedimentos y maleza de la toma de captación, canales principales y secundarios, para lo cual se empleará el uso de herramientas manuales (pico, lampa, Rastrillos).

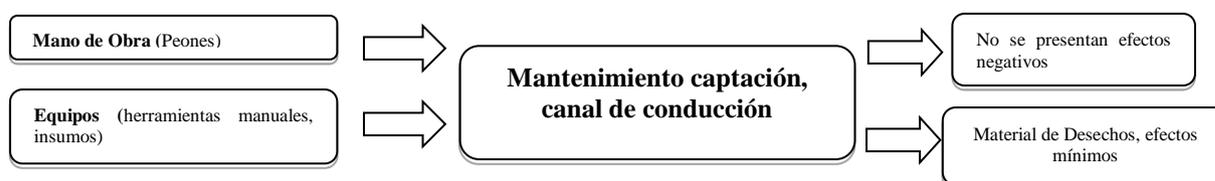


Figura 18. Mantenimiento captación, canal de conducción (Fuente: Elaboración propia)

El mantenimiento del sistema de riego, limpieza, pintado y engrase de las compuertas, cambio de la tubería en el tramo del canal que se colocara, limpieza y pintado de la regla Lignimétrica.

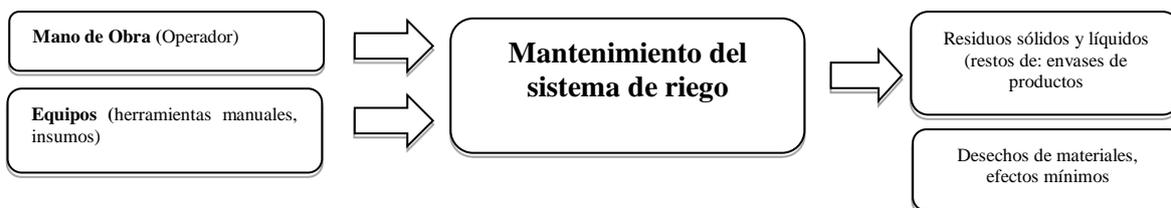


Figura 19. Mantenimiento del sistema de riego (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.4.5. Etapa de cierre

En esta etapa prevista al final de la ejecución se efectuarán trabajos de mitigación y resane del paisaje afectado por la construcción de la Obra, tratando en lo posible de mantener el ambiente como en la línea base o etapa inicial. En el presente proyecto se ha previsto lo siguiente:



Figura 20. Medidas de mitigación ambiental (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.4.6. Identificación de los impactos ambientales del proyecto

Se estima que la mayor ocurrencia de los impactos ambientales estará asociada a la construcción de la infraestructura de riego y en la construcción de obras de arte; en el acápite siguiente se describen los principales impactos ambientales identificados:

##### Impactos ambientales positivos

Los principales impactos ambientales positivos que se generarán con el proyecto serán los siguientes:

##### Expectativa de generación de empleo:

Al requerirse mano de obra no calificada se generan expectativas entre la población local, así mismo, en las inmediaciones de la obra y campamentos para el expendio de alimentos y bebidas, entre otros.

**Mejora en la economía y bienestar de la población local:**

La población beneficiaria está dedicada básicamente a la actividad agrícola de subsistencia y de baja productividad debido principalmente a la escasa disponibilidad del recurso hídrico, es allí donde la construcción de la infraestructura hidráulica para riego que permitirá el abastecimiento de agua, posibilitando el desarrollo de la actividad agropecuaria, el incremento del empleo de la mano de obra y subsecuentemente la mejora del nivel de vida de la población, con el efecto multiplicador que el presente proyecto incluye.

**Revalorización del suelo de uso agrícola:**

Al contar con agua para riego el valor económico de los terrenos agrícolas se incrementará. Este efecto es importante, porque los agricultores tendrán la posibilidad de acceder a mayores oportunidades de inversión, créditos bancarios y asistencia técnica.

**Impactos ambientales negativos**

Los principales impactos ambientales negativos que se generarán con el proyecto serán los siguientes:

Posible perturbación de la tranquilidad en la población del lugar: Los habitantes del sector no verán perturbada su tranquilidad, ya que, durante el proceso de ejecución, los equipos y maquinarias empleados generarán ruidos y vibraciones mínimos. Además, el movimiento de tierras no causará problemas respiratorios, oculares ni alérgicos por ser reducido.

Posible contaminación de los suelos: Es poco probable la pérdida de calidad edáfica y de la vegetación circundante, debido a derrames o vertidos accidentales de lubricantes, combustibles y grasas de vehículos, maquinarias y equipos, pues las excavaciones serán hechas principalmente con herramientas manuales, siendo posible el uso de una retroexcavadora de porte mediano que no representará contaminación significativa.

Posible alteración de la cobertura vegetal por desbroce: Es probable que se afecten terrenos cultivados que no pertenecen a la zona del proyecto por las excavaciones para obras de arte y entre otros, ya que se encuentra en el límite de los predios colindantes al canal.

Alteración del paisaje: El paisaje actual no presentará mayores cambios, pues los caminos de acceso existentes permiten el acceso de vehículos de transporte de materiales y otros.

Posible afectación de los cultivos por exceso de riego y precipitaciones: Considerando la escasa costumbre de riego por parte de la población beneficiaria, es probable que, en los periodos de precipitación, los cultivos presenten problemas por exceso de riego y mal funcionamiento de los sistemas de drenaje, por lo que es importante que antes de la distribución del recurso hídrico se establezca un programa de capacitación.

#### **4.4.7. Plan de manejo ambiental**

El presente Plan de Manejo Ambiental tiene como objetivo prevenir, controlar y/o mitigar los Impactos Ambientales generados por las actividades de dicho proyecto, a través de recomendaciones y medidas preventivas/correctivas a ser tomados en cuenta, asegurando que el funcionamiento del proyecto sea sostenible a través del tiempo.

La ejecución del proyecto en mención originará impactos directos como indirectos, tanto positivos como negativos dentro de su ámbito de influencia. Las afectaciones más significativas corresponden a las etapas de construcción y operación.

#### **Objetivos:**

Establecer y recomendar medidas de protección, prevención, atenuación, restauración y compensación de los efectos perjudiciales o dañinos que pudiera resultar de las actividades del Proyecto sobre los componentes ambientales.

Establecer y recomendar medidas y acciones de prevención y mitigación de efectos de los componentes ambientales.

Cumplir con la normativa actual vigente en materia de cuidado ambiental.

Capacitación al personal que intervendrá en la ejecución de las obras en el proyecto.

Plan de contingencia, establecido por la empresa contratada para contrarrestar las ocurrencias en accidentes laborales.

En el presente estudio se presenta el planteamiento de las medidas de mitigación y para ello se deberá tomar en cuenta:

Todos los trabajos de Mitigación, se aplicarán durante la fase de construcción de las obras (progresivo) por lo tanto ya se encuentran cuantificados en los costos de los mismos.

Capacitación en temas ambientales de beneficiarios y personal involucrado en el proyecto.

Plan de Contingencia, el que se establecerá para contrarrestar las ocurrencias de: derrumbes, déficit de agua para riego o accidentes.

El Plan de Manejo Ambiental con fines de procedimiento contará con los siguientes Sub Programas:

### **Subprograma de manejo de componente fisicoquímico**

Este subprograma tiene como objetivo la defensa y protección del entorno ambiental (componentes abióticos) que serían afectados por las actividades a realizar.

Muchos de los impactos que se presentan en los proyectos se deben a la falta de cuidado o de una planificación deficiente de las actividades a realizar durante las diferentes etapas de ejecución. Por tal motivo, se requiere la implementación de una serie de normas, cuyo cumplimiento permite evitar o mitigar algunos impactos sobre las áreas a ocupar por el Proyecto, como son: el agua, suelo y aire.

En el caso del presente proyecto, al estar abastecido de agua del canal de riego, el cual es más factible la contaminación del agua.

### **Medidas de mitigación en la calidad de suelo**

#### **Parámetro: probable contaminación a controlar:**

Probable contaminación por arrojado de desperdicios líquidos y sólidos.

Probable contaminación por derrame de combustible, aceites y aditivos.

### **Medidas mitigadoras**

Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento deberán ser almacenados en recipientes herméticamente adecuados para su disposición final.

Los materiales extraídos durante las actividades de exploración se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las áreas de almacenamiento respectivas, garantizando su estabilidad física.

Los residuos de derrames accidentales de lubricantes y/o combustibles, deben ser recolectados de inmediato y almacenados en envases respectivos para su posterior disposición final de acuerdo con las normas ambientales vigentes.

Los residuos líquidos aceitosos deberán ser depositados en recipientes, debidamente rotulados. Por ningún motivo deberán ser vaciados a tierra.

Las áreas de trabajo del proyecto serán provistas de recipientes apropiados para la disposición de residuos (cilindros o recipientes de plástico con tapa) identificados con el código de colores de la Norma Técnica Peruana 900.058.2005.

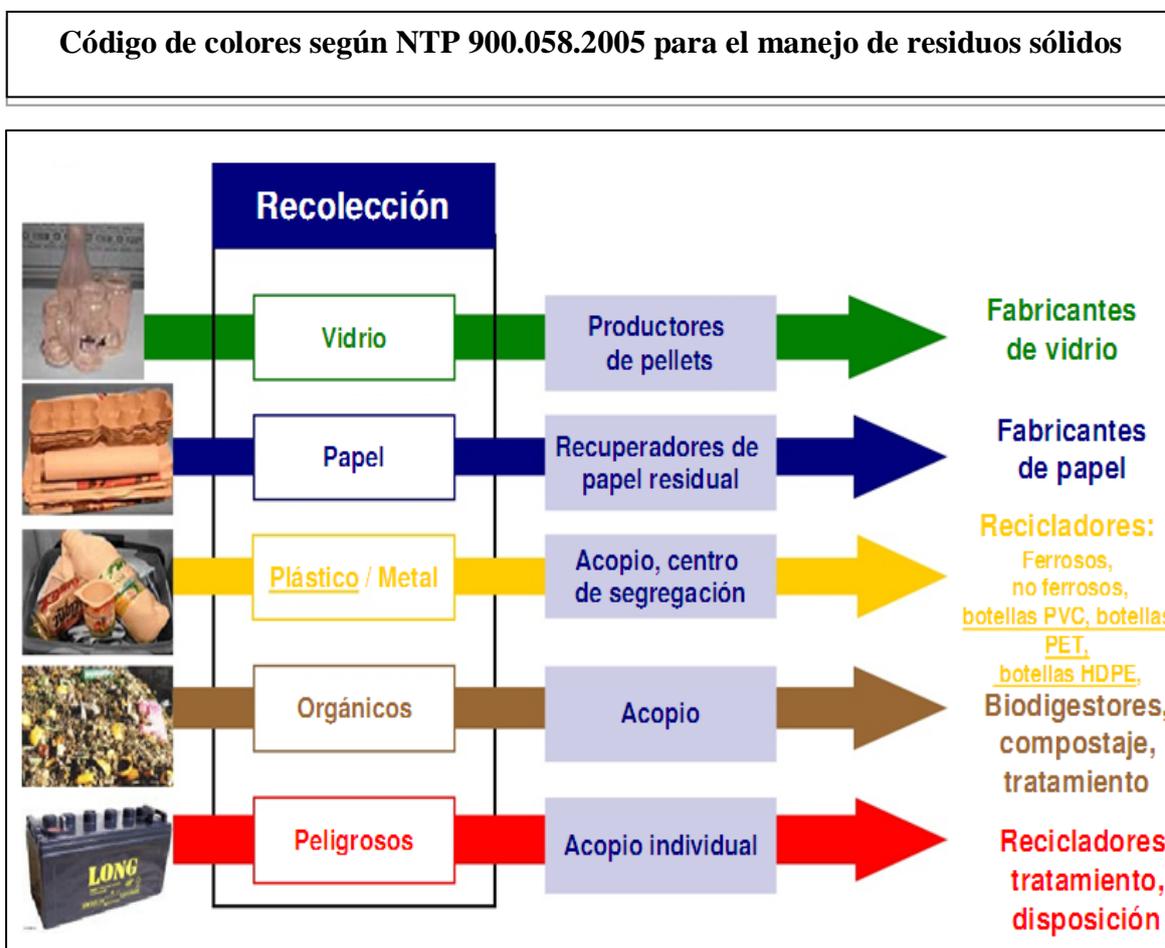


Figura 21. Código de colores según ntp para el manejo de residuos solidos (Fuente: Elaboración propia)

**Parámetro: Erosión**

Movimiento de suelo para apertura de zanjas y Desarenador.

**Medidas mitigadoras**

Limitar estrictamente el movimiento de suelo y desbroce de la cobertura vegetal en el área de trabajo.

Revegetar la zona impactada con vegetación de la zona.

El material superficial (Top Soil) removido deberá ser almacenado y protegido para su posterior utilización en el cierre progresivo.

**Medidas de mitigación en la calidad de aire**

**Parámetro:** Probable contaminación a controlar

Probable contaminación por elevación de material particulado (polvo).

Probable contaminación por emanación de gases en fuentes móviles.

Probable contaminación sonora por efectos de ruidos originados por los equipos, maquinarias y vehículos. Se producirá ruido en la etapa constructiva con la utilización de equipos y maquinarias estimado en un máximo de 75 decibeles, considerando que el ser humano puede tolerar hasta 120db.

**Medidas de mitigadoras****Para la emisión de material particulado**

Riego con agua de todas las superficies de actuación (vías de acceso, lugar de construcción), de manera que estas se mantengan húmedas el tiempo necesario para evitar en lo posible la producción de polvo.

**Para la emanación de gases**

Las fuentes de combustión (equipos, maquinarias y vehículos) usadas en el proyecto, no podrán emitir al ambiente partículas de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno por encima de los límites establecidos por la legislación vigente.

**Para la emisión de ruidos**

Los trabajadores expuestos deberán contar con su respectivo equipo de protección personal (tapones auditivos) y se deberá tener presente el tiempo de exposición de acuerdo con la normativa vigente.

Solo se trabajará las horas necesarias para evitar generar ruidos molestos que afecten el tránsito de la fauna habitual del lugar.

**Sub programa de manejo de componente biológico****Parámetro:** Cobertura Vegetal

Remoción de la vegetación durante la construcción.

**Medidas mitigadoras**

Evitar el desbroce innecesario de la vegetación fuera de las zonas donde se construirá.

Emplear técnicas adecuadas para la limpieza y desbroce del terreno a utilizar.

Al término de cada obra de medición se procederá a revegetar la zona afectada.

**Parámetro:** Fauna silvestre amenazada

Daño a la fauna silvestre en situación de amenaza durante la ejecución del proyecto.

**Medidas mitigadoras**

Sensibilizar al personal de la empresa contratada sobre la importancia de la protección de especies de fauna amenazada y capacitar sobre su manejo a aquellas personas que tomen contacto visual con ellas.

Difundir la prohibición, entre todos los trabajadores del proyecto de la caza y captura de las especies amenazadas, así como el aprovechamiento de sus productos y subproductos.

**Sub programa de manejo del componente socio- económico****Parámetro:** Expectativas de puestos de trabajo.

Expectativa de generación de puestos de trabajo.

**Medidas mitigadoras**

Coordinar con los pobladores del Distrito de Awajún el acceso de sus miembros a los puestos de trabajo de mano de obra no calificada que ofrece el proyecto de manera ordenada y equitativa.

**Parámetro:** Salud Ocupacional.

Posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales.

### **Medidas mitigadoras**

La empresa contratada deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad ambiental y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo.

La Empresa contratada para la ejecución del proyecto deberá informar por escrito a la supervisión ambiental cualquier accidente que ocurra, daños que se presenten sobre propiedades, bienes públicos y el ambiente.

El personal de la Empresa contratada recibirá charlas informativas sobre las actividades del proyecto, señalando medidas de seguridad, y deberá estar dotado de elementos para la protección personal y colectiva durante el trabajo, de acuerdo con los riesgos asociados (uniforme, casco, guantes, botas, gafas, protección auditiva, etc.).

Todo el personal que labora en el proyecto deberá tener conocimiento sobre los riesgos asociados a la actividad desarrollada por ellos, la manera de utilizar el material disponible y como auxiliar de forma oportuna y acertada a cualquier accidentado.

Se suministrará equipos, maquinaria, herramientas e implementos adecuados para cada tipo de trabajo; los cuales serán operados por personal calificado y autorizado, solo para el fin con el que fueron diseñados, la empresa contratada deberá periódicamente proceder a su reparación o reposición y deberá estar dotados con los dispositivos, instructivo, controles y señales de seguridad exigidos o recomendados por los fabricantes

### **Medidas Ambientales Complementarias**

#### **Planes de Contingencia.**

El futuro contratista deberá presentar sus planes de contingencia para cada una de las actividades a realizarse los planes de contingencia del presente estudio serán tomados en cuenta en la construcción por si surgiese algún accidente tanto que implique contaminación del medio ambiente por derrames y/o accidentes laborales ocurridos en la obra.

El estudio de impacto ambiental se encuentra en el anexo N° 02 (8.2)

## 4.5. Estudio hidráulico

### 4.5.1. Planteamiento hidráulico

El Estudio contempla el Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego del Canal El Milagro es decir se plantea mejorar la captación, la conducción, distribución y aplicación del agua de riego. Se muestra a continuación los tramos de canal a ser mejorados y las obras de arte que se construirán:

Construcción de una bocatoma de concreto de 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Un canal de concreto para una capacidad de conducción de 1.9m<sup>3</sup>/s, de Fc=175 K/g/cm<sup>2</sup> con una longitud de 12+402.43, con sistema tekcell.

Adicionalmente a esto se construirán las siguientes obras de arte:

Construcción de un Desarenador de concreto armado de f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Construcción de un Medidor Parshall de concreto armado de f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Mejoramiento de 17 tomas Parcelarias

Mejorar 28 tomas laterales a canales existentes,

Construcción de 10 caídas verticales

Construcción de 34 pases peatonales.

### 4.5.2. Características hidráulicas

CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS DEL CANAL EL MILAGRO																	
PROGRESIVA		L	Q	B	n	S	Z	y	Espejo (T)	H	BL	V	A	R	N Froude	E	Tipo
DE	AL	(m.)	(m <sup>3</sup> /seg)	(m.)		(m/m)	1/	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m.)	(F)	(m-kg/kg)	Flujo
0+000	0+292	292	1.90	0.80	0.015	0.0015	1	0.845	2.39	1.20	0.30	1.45	1.31	0.42	0.63	0.953	Subcritico
0+292	0+500	208	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
0+500	0+700	200	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
0+700	1+020	320	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
1+020	1+720	700	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
1+720	1+960	240	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
1+960	2+880	920	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
2+880	3+700	820	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
3+700	6+980	3280	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
6+980	7+840	860	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
7+840	9+240	1400	1.90	0.80	0.015	0.0025	1	0.768	2.17	1.20	0.30	1.76	1.08	0.38	0.8	0.926	Subcritico
9+240	10+680	1440	1.90	0.80	0.015	0.0015	1	0.845	2.39	1.20	0.30	1.45	1.31	0.42	0.63	0.953	Subcritico
10+680	12+402.43	1722.43	1.90	0.80	0.015	0.0010	1	0.91	2.58	1.20	0.30	1.25	1.52	0.46	0.52	0.991	Subcritico

Figura 22. Características hidráulicas del canal El Milagro (Fuente: Estudio de suelos)

## Sección típica del canal

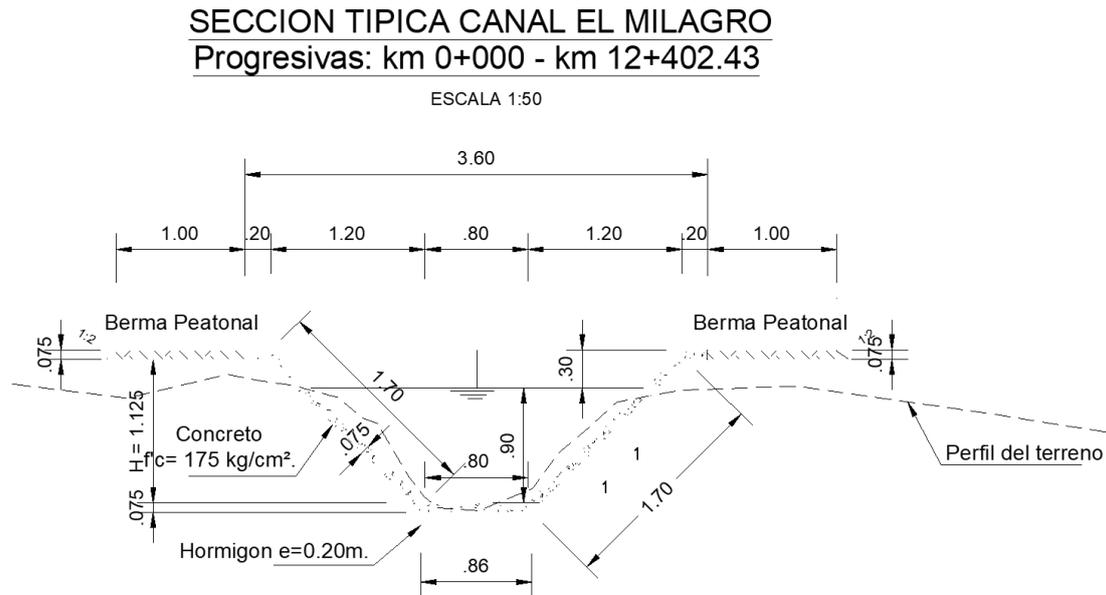


Figura 23. Sección típica canal El Milagro km 0+000-km 12+402.43 (Fuente: Elaboración propia)

### 4.5.3. Diseños hidráulicos con H-canales

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar:	Bajo Naranjillo-Awajun-Rioja	Proyecto:	Canal El Milagro
Tramo:	km 0+000 a 0+292	Revestimiento:	C* f'c=175kg/cm2 e=7.5cm.

**Datos:**

Caudal (Q):	1.90	m <sup>3</sup> /s
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.0015	m/m

**Resultados:**

Tirante (y):	0.8453	m	Ancho de solera (b):	0.7003	m
Perímetro (p):	3.0913	m	Área hidráulica (A):	1.3066	m <sup>2</sup>
Radio hidráulico (R):	0.4227	m	Espejo de agua (T):	2.3910	m
Velocidad (v):	1.4542	m/s	Número de Froude (F):	0.6281	
Energía específica (E):	0.9531	m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Subcrítico	

Calcul. Limp. Pantalla. Imprimir. Menú Principal. Calculadora.

Ejecuta las operaciones 01:24 p.m. 11/12/2014

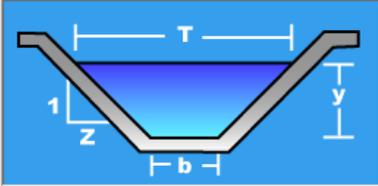
Figura 24. Tramo de km. 0+000 a 0+292 (Fuente: Elaborado con ayuda del programa H- canales)

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: **Bajo Naranjillo-Awajun-Rioja** Proyecto: **Canal El Milagro**  
 Tramo: **Km 0+292 a 9+240** Revestimiento: **C\* f'c=175kg/cm2 e=7.5cm.**

**Datos:**

Caudal (Q): **1.90** m3/s  
 Talud (Z): **1**  
 Rugosidad (n): **0.015**  
 Pendiente (S): **0.0025** m/m



**Resultados:**

Tirante (y): **0.7681** m Ancho de solera (b): **0.6363** m  
 Perímetro (p): **2.8089** m Area hidráulica (A): **1.0788** m2  
 Radio hidráulico (R): **0.3841** m Espejo de agua (T): **2.1726** m  
 Velocidad (v): **1.7612** m/s Número de Froude (F): **0.7980**  
 Energía específica (E): **0.9262** m-Kg/Kg Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ejecuta las operaciones 04:42 p.m. 11/12/2014

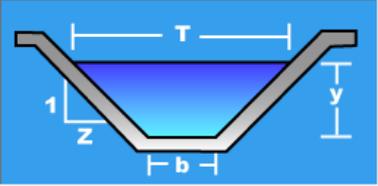
Figura 25. Tramo de km. 0+292 a 9+240 (Fuente: Elaborado con ayuda del programa H- canales)

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: **Bajo Naranjillo-Awajun-Rioja** Proyecto: **Canal El Milagro**  
 Tramo: **Km 9+240 a 10+680** Revestimiento: **C\* f'c=175kg/cm2 e=7.5cm.**

**Datos:**

Caudal (Q): **1.90** m3/s  
 Talud (Z): **1**  
 Rugosidad (n): **0.015**  
 Pendiente (S): **0.0015** m/m



**Resultados:**

Tirante (y): **0.8453** m Ancho de solera (b): **0.7003** m  
 Perímetro (p): **3.0913** m Area hidráulica (A): **1.3066** m2  
 Radio hidráulico (R): **0.4227** m Espejo de agua (T): **2.3910** m  
 Velocidad (v): **1.4542** m/s Número de Froude (F): **0.6281**  
 Energía específica (E): **0.9531** m-Kg/Kg Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ejecuta las operaciones 04:46 p.m. 11/12/2014

Figura 26. Tramo de km. 9+240 a 10+680 (Fuente: Elaborado con ayuda del programa H- canales)

## 4.6. Diseño de obras hidráulicas

### 4.6.1. Diseño desarenador

DISEÑO DE DESARENADOR PARA CANALES DE RIEGO			
1.- NOMBRE DEL PROYECTO	:	"Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego del Canal El milagro, Distrito de Awajun, Provincia de Rioja, Region San Martin"	
2.- UBICACION	:	Distrito de Awajun, Provincia de Rioja, Region San Martin	
3.- UBICACION DEL DESARENADOR	:	En Canal Bajo Naranjillo km. 0+002	
A.- CAUDAL	:	(Q)	1.90 m <sup>3</sup> /seg
B.- VELOCIDAD HORIZONTAL	:	(Vh = de 0.20 a 0.50 m/seg)	0.50 m/seg
C.- PROFUNDIDAD DE DECANTACION	:	(d d máximo 1.00 m.)	1.00 metros
D.- VELOCIDAD DE DECANTACION	:	(Vd , ver cuadro)	0.05 m/seg
E.- FACTOR DE SEGURIDAD	:	(f = de 2 a 3)	2.00
F.- CANTIDAD DE SEDIMENTOS QUE TRANSPORTA EL RIO EN UN AÑO	:	(CS)	0.05 Kg/m <sup>3</sup> .
G.- FRECUENCIA DE VACIADO DEL DEPOSITO VECES POR MES	:	(VT)	1.00 <span style="color: blue;">Condición mínima</span>
H DENSIDAD DE LA ARENA	:	(d a)	1,800 Kg/m <sup>3</sup> .
I TIEMPO DE VACIADO	:	(T)	604,800 seg.
J.- CANTIDAD DE SEDIMENTOS ABSORVIDO POR EL SEDIMENTADOR	:	(CaSe)	57,456 Kg.
K.- DENSIDAD DE LA ACUMULACION DE LA ARENA	:	(d aa)	900 Kg/m <sup>3</sup> .
L.- VOLUMEN DEL SEDIMENTO	:	(Vsedim.)	63.8 m <sup>3</sup> .
M.- LONGITUD DE DECANTACION	:	(Ld)	20.00 metros
		<b>DIMENSION A UTILIZAR</b>	20.00 metros
N.- ANCHO DEL DESARENADOR	:	(W)	3.80 metros
		<b>DIMENSION A UTILIZAR</b>	3.80 metros
O.- PROFUNDIDAD DE RECOLECCION	:	(d r)	0.840 metros
		<b>DIMENSION A UTILIZAR</b>	0.850 metros
<p>La figura que se muestra es de un diseño simple de un desarenador , el mismo que se puede adaptar junto a una camara de carga. Tales estructuras deben cumplir los siguientes principios importantes:</p>			
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Deben tener una longitud y ancho adecuados para que los sedimentos se depositen , sin ser demasiado voluminosos o caros .</li> <li>2- Deben permitir una fácil eliminacion de los depósitos</li> <li>3- La eliminacion de sedimentos a travez de la compuerta debe hacerse cuidadosamente para evitar la erosión del suelo que rodea y soporta la base de la tubería y del deposito. Es mejor construir una superficie empedrada similar al canal de desagüe del aliviadero .</li> <li>4- Se debe impedir la turbulencia del agua causada por los cambios de área o recodos que harian que los sedimentos pasen hacia la tubería de presión</li> <li>5- Tener capacidad suficiente para permitir la acumulación de sedimentos</li> </ol>			

Figura 27. Diseño de desarenador para canales de riego (Fuente: Elaborado con ayuda del programa H- canales)



#### 4.6.2. Diseño de bocatoma

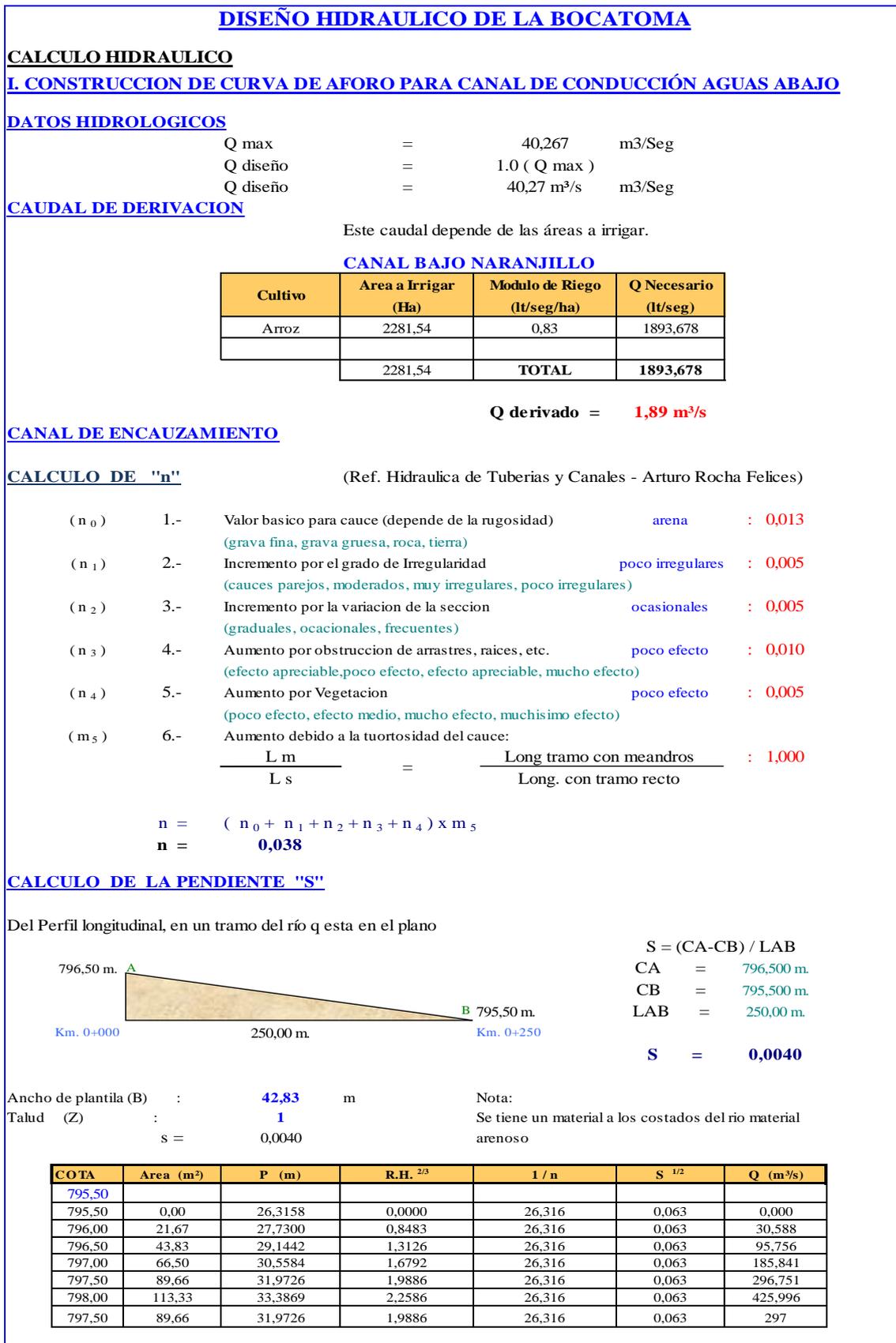


Figura 28. Diseño hidráulico de la bocatoma (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

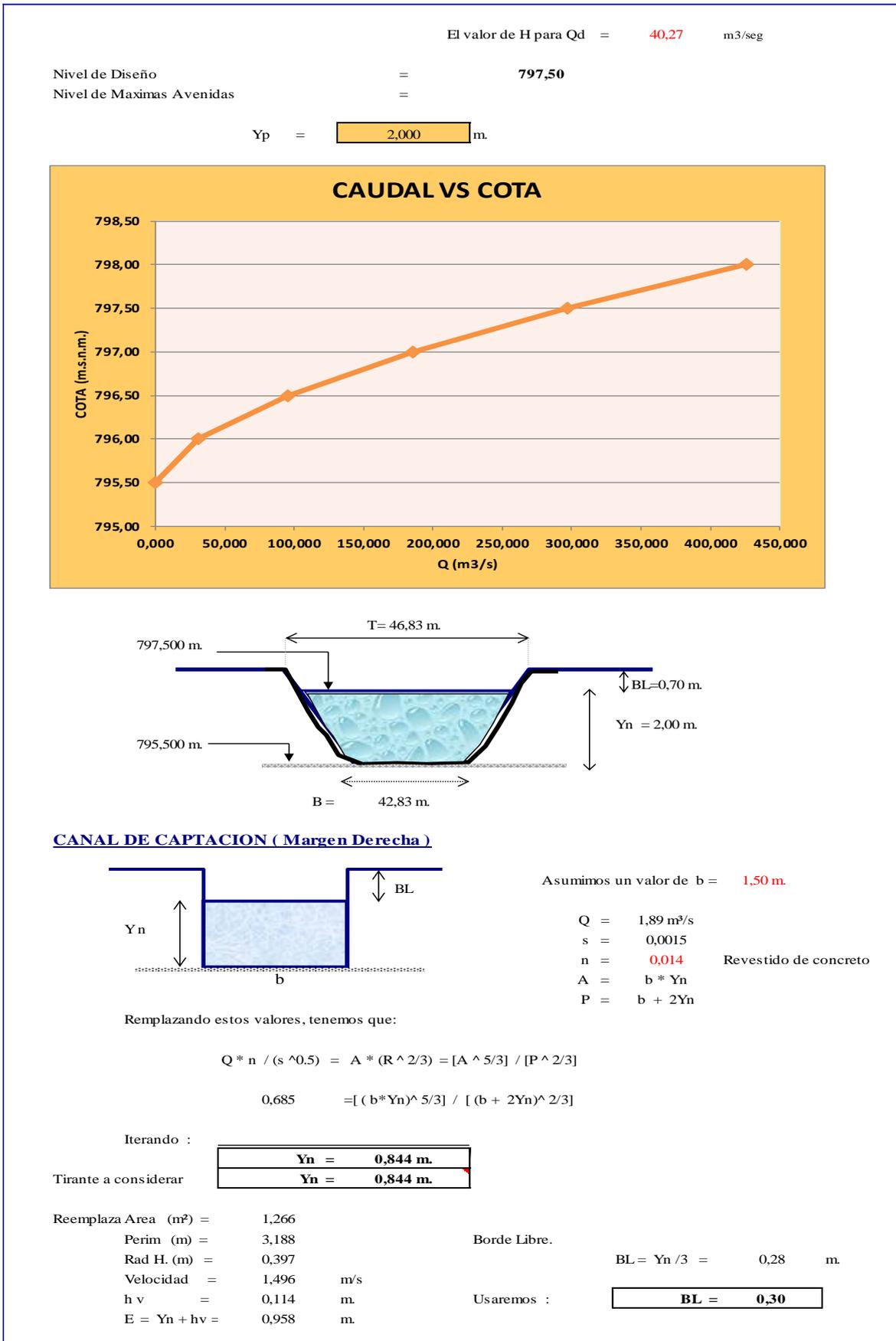


Figura 29. Caudal vs cota (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

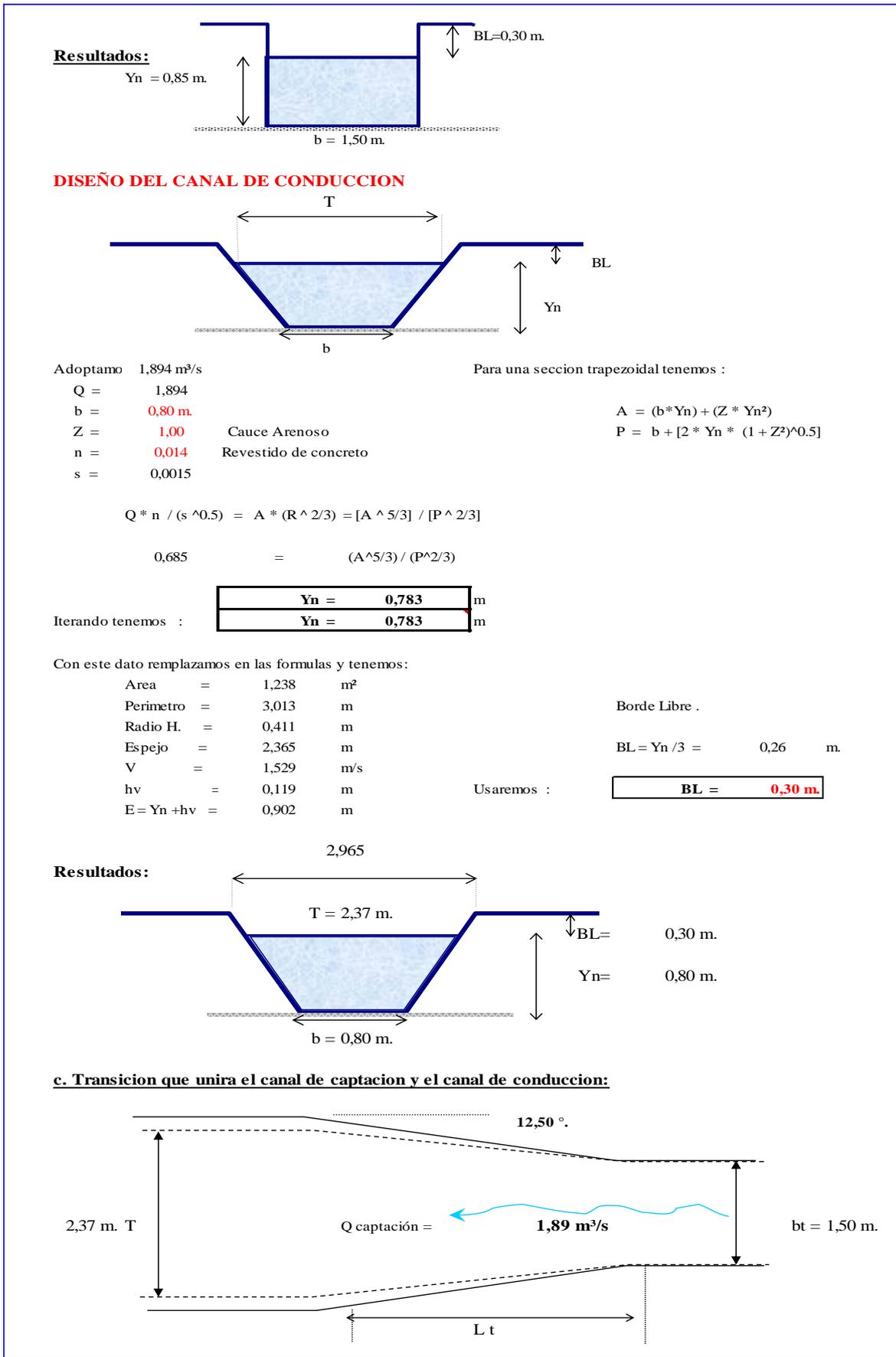


Figura 30. Diseño del canal de conducción (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

Longitud de transición.

Para  $\alpha = 12,50^\circ$ .

$$L_t = (T - t) / (2 * \operatorname{tg} 12,5^\circ)$$

Donde :

$$T = 2,37 \text{ m.}$$

$$t = 1,50 \text{ m.}$$

Reemplazando :

$$L_t = 1,95$$

Asumimos :

<b><math>L_t = 2,00 \text{ m.}</math></b>
---

**VENTANA DE CAPTACION**

Se recomienda que tenga velocidades entre:  $0.7 \text{ m/s} < V < 1.0 \text{ m/s}$

Escogemos una Velocidad =  $1,00 \text{ m/s}$

Con lo cual requerimos un área de:

$$A = Q \text{ derivacion} / \text{Velocidad}$$

$$A = 1,894 \text{ m}^2$$

Escogemos las dimensiones de las compuertas Tipo Guillotina de la captación:

$$B * H = 55 \text{ pulg.} * 55 \text{ pulg.}$$

$$B * H = 1,40 \text{ m.} * 1,40 \text{ m.}$$

$$A_c = 1,952 \text{ m}^2$$

Numero de Compuertas

$$N_c = A / A_c$$

$$N_c = 0,970$$

Adoptamos  $N_c = 1$

Espesor de Pilares =  $0,30$

Ancho necesario en el canal de captación:  $b = 1,397 \text{ m.}$   
 $b = 1,40 \text{ m.}$

Sin embargo solo contamos con un  $b = 1,50 \text{ m.}$

Debido a esto consideraremos una mayor velocidad en la captación:

Escogemos un  $V = 1,25 \text{ m/s}$

Con lo cual requerimos un área de:

$$A = Q \text{ derivacion} / \text{Velocidad}$$

$$A = 1,515 \text{ m}^2$$

Escogemos las dimensiones de las compuertas de la captación:

$$B * H = 55 \text{ pulg.} * 55 \text{ pulg.}$$

$$B * H = 1,40 \text{ m.} * 1,40 \text{ m.}$$

$$A_c = 1,952 \text{ m}^2$$

$$N_c = A / A_c$$

$$N_c = 0,776$$

Adoptamos  $N_c = 1$

Espesor de Pilares =  $0,30$

Ancho necesario en el canal de captación:  $b = 1,397 \text{ m.}$   
 $b = 1,40 \text{ m.}$

Donde el  $b < b \text{ asumido} = 1,50$  OK!

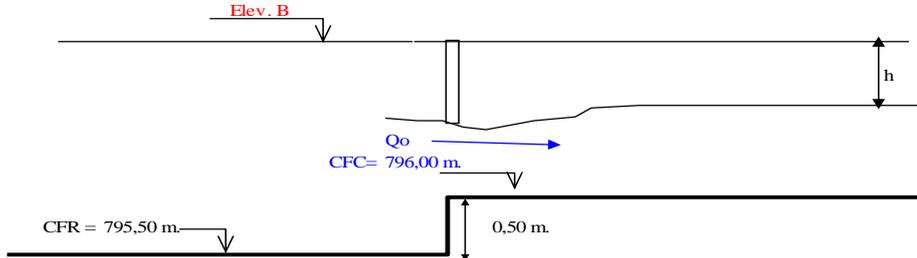
Caudal que pasa por cada compuerta:  $1,89 \text{ m}^3/\text{s}$

Figura 31. Ventana de captación (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

**BARRAJE MIXTO**

**Cálculo de la elevación del barrage fijo (Elev. B)**

$Elev. B = CFC + Y_n + h_v + 0,20$   
 CFC = Cota de fondo de la razante del canal de captacion  
 donde: CFC = CFR + altura de sedimentos.  
 CFR = Cota del fondo de razante  
 Altura de Sedimentos = 0,50  
 $Y_n = 0,85$   
 $h_v = 0,114$   
 Tirante Normal del canal (m)  
 Carga para el funcionamiento del orificio 0,20  
 Perdidas por transicion, cambio de dirección, etc.



tenemos en cada compuerta que:  $Q_o = C * A * (2 * g * h)^{1/2}$   
 Donde:  $Q_o = 1,894 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $C = 0,8$   
 $a * b = 1,397 \text{ m}^2$   
 $g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$   
 Resolviendo tenemos que:  $h = 0,15 \text{ m}$

Remplazan Elev. B = 796,00 + 0,85 + 0,15 + 0,20  
 Elev. B = 797,20 m

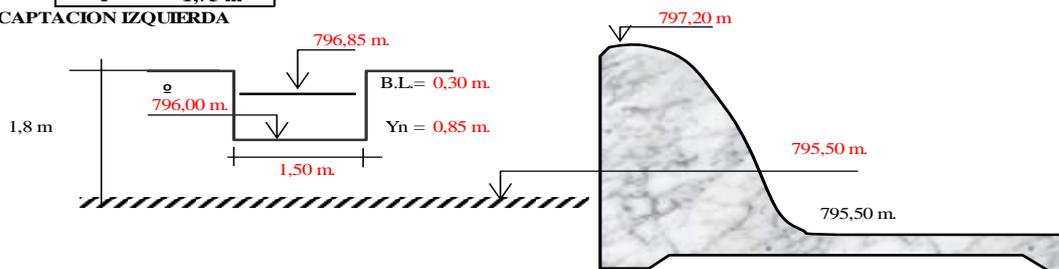
Adoptamos: **Elev. B = 797,20 m**

**Cálculo de altura de barrage:**

$P = Elev. B - CFR$

Remplazando :  $P = 1,70 \text{ m}$   
 Por lo tanto : **P = 1,75 m**

**CAPTACION IZQUIERDA**



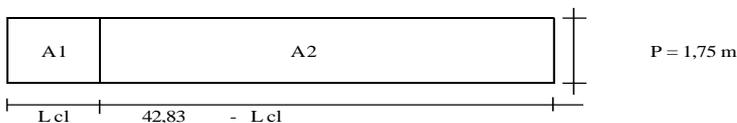
**LONGITUD DEL BARRAJE FIJO Y BARRAJE MOVIL**

El área hidráulica del canal de Limpia tiene una relacion de 1/10 del area obstruída por el aliviadero, tambien puede ser de 1 a 2 veces el área de la ventana de captación

A vntana ( 1,952 m<sup>2</sup> )  
 N comp = 1  
 A comp = 1,952 m<sup>2</sup>  
 Por lo tanto A limpia puede estar entre este rango :  
 $1,952 \text{ m}^2 \sim 3,903 \text{ m}^2$

También te  $A1 = A2 / 10$

$A1 = \text{Área del barrage movil}$   
 $A2 = \text{Área del barrage fijo}$



$A1 = P * L_{cl}$        $A2 = P * (130 - L_{cl})$

Figura 32. Càlculo de baraje (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

Remplazando estos valores, tenemos que:

$$P * L_{cl} = P * (120 - L_{cl}) / 10$$

$$L_{cl} = 3,89 \text{ m.}$$

$$L_{cl} = 3,89 \text{ m.}$$

$$A1 = 6,81 \text{ m}^2$$

$$42,83 - L_{cl} = 38,94 \text{ m.}$$

$$A2 = 68,14 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{compuerta}} = 3,407 \text{ m}^2 \quad (\text{Area de Limpia - Margen Derecha e Izquierda})$$

#### CANAL DE LIMPIA (MARGEN DERECHA)

Escogemos las dimensiones de las compuertas Tipo Radiales en el Canal de Limpia:

$$B * H = 96 \text{ pulg.} * 96,00 \text{ pulg.}$$

$$B * H = 2,44 \text{ m.} * 2,44 \text{ m.}$$

$$A_c = 5,946 \text{ m}^2$$

$$N_c = A / A_c$$

$$N_c = 0,573$$

$$\text{Adoptamos } N_c = 1$$

$$\text{Adoptamos } N_c = 2$$

(Margen Derecha)

$$\text{Espesor de Pilares} = 0,60 \text{ m.}$$

Ancho necesario en el canal de limpia:

$$b = 6,077 \text{ m.}$$

$$b = 6,10 \text{ m.}$$

$$\text{Asumimos:} \quad L_{cl} = 6,10 \text{ m.}$$

#### CANAL DE LIMPIA (MARGEN IZQUIERDA)

$$B * H = 96 \text{ pulg.} * 96,00 \text{ pulg.}$$

$$B * H = 2,44 \text{ m.} * 2,44 \text{ m.}$$

$$A_c = 5,946 \text{ m}^2$$

$$N_c = A / A_c$$

$$N_c = 0,573$$

$$\text{Adoptamos } N_c = 1$$

$$\text{Adoptamos } N_c = 2$$

(Una a cada Margen)

$$\text{Espesor de Pilares} = 0,60 \text{ m.}$$

Ancho necesario en el canal de limpia:

$$b = 6,077 \text{ m.}$$

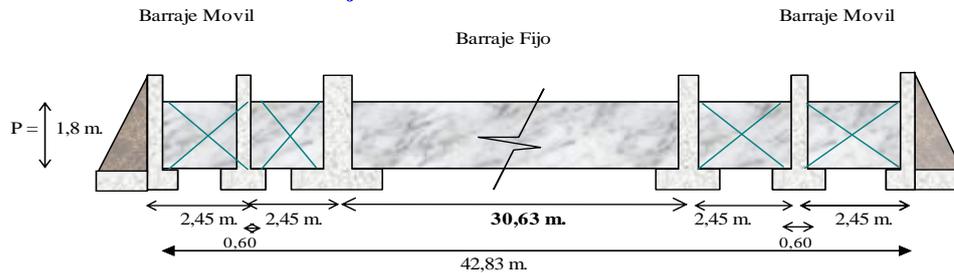
$$b = 6,10 \text{ m.}$$

$$\text{Asumimos:} \quad L_{cl} = 6,10 \text{ m.}$$

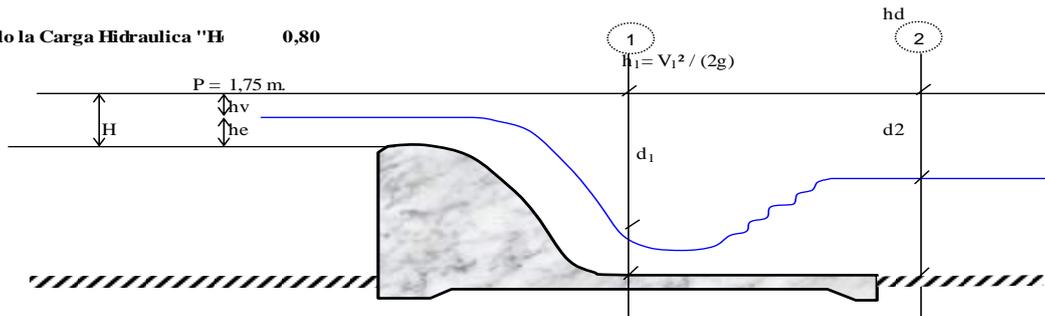
$$L_{cl} (\text{derecha}) + L_{cl} (\text{izquierda}) = 12,20 \text{ m.}$$

$$42,83 - L_{cl} = 30,63 \text{ m.}$$

Por lo tanto tendríamos en el barraje mixto:



Cálculo la Carga Hidráulica "H" 0,80



En este cálculo se tendrá que considerar que las compuertas deben estar abiertas, para ello el caudal de diseño se compartirá entre el barraje móvil y fijo.

Figura 33. Cálculo de canal de limpia (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

"Ho" se calcula asumiendo un valor, calcular el coeficiente de descarga "c" y calcular el caudal para el barraje fijo y móvil  
El caudal calculado debe ser igual al caudal de diseño.

$$Q_{\text{diseño max.}} = Q_{\text{aliviadero}} + Q_{\text{canal.limpia}}$$

**Descarga sobre la cresta (barraje fijo):**

$$Q_c = 0,55 C \times L \times H^{3/2}$$

$$L = L_1 - 2(N * K_p + K_a) * H$$

Q al = Descarga del aliviadero

C = coeficiente de descarga

L = Longitud efectiva de la cresta

H = Carga sobre la cresta incluyendo hv

L<sub>1</sub> = Longitud bruta de la cresta = 30,63

N = Numero de pilares que atraviesa el aliviadero = 0

K<sub>p</sub> = Coef. de contrac. de pilares (triangular) = 0

K<sub>a</sub> = Coeficiente de contraccion de estribos = 0,2  
(Estribos cuadrados con los muros de cabeza a 90° con la dirección de la corriente)

Para esto se sigue un proceso iterativo :

$$H_o = 0,80$$

**Primer tanteo**

$$L_1 = 30,63 \text{ m.}$$

$$L = 30,63 - 2((0 \times 0) + 0,2) \times 0,8$$

$$L = 30,31 \text{ m}$$

#### CALCULO DEL COEFICIENTE DE DESCARGA VARIABLE C PARA CRESTA DE CIMACIO DE CONTROL

Los valores del segundo miembro nos permiten corregir a C sin considerar las perdidas por rozamiento

$$C = C_o \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

\* Por efecto de la profundidad de llegada (C<sub>o</sub>)

$$P / H_o = 1,75 / 0,8 = 2,188 \quad (\text{Ingresamos al abaco pag. 11-fig. 3 - BOCATOMAS I})$$

$$C_o = 1,35$$

\* Por efecto de las cargas diferentes del proyecto (K<sub>1</sub>)

$$H_e / H_o = 0,8 / 0,8 = 1,00 \quad (\text{Ingresamos al abaco pag. 11- fig. 4 - BOCATOMAS I})$$

$$K_1 = 1,00$$

\* Por efectos del paramento aguas arriba (K<sub>2</sub>) para talud vertical

$$K_2 = 1,00$$

\* Por efectos de interferencia del lavadero de aguas abajo (K<sub>3</sub>)

$$(H_d + d) / H_o = (P + H_o) / H_o = 3,19 \quad (\text{Ingresamos al abaco pag. 14-fig. 7 - BOCATOMAS I})$$

$$K_3 = 1,00$$

\* Por efectos de sumergencia (K<sub>4</sub>)

$$H_d / H_o = (2/3)H_o / H_o = 0,67 \quad (\text{Ingresamos al abaco pag. 14-fig. 8 - BOCATOMAS I})$$

$$K_4 = 1,00$$

Reemplazando en la Formula

$$C = C_o \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

$$C = 1,35$$

Reemplazando en la formula de "Q" (caudal sobre la cresta de barraje fijo) tenemos que.

$$Q_c = 0,55 \times 1,35 \times 30,31 \times 0,7155$$

$$Q_c = 16,10 \text{ m}^3 / \text{s}$$

#### DESCARGA EN EL CANAL DELIMPIA (BARRAJE Móvil)

( Margen Derecha )

Para ello seguiremos iterando, igual que anteriormente asumiendo un valor de h para ello usaremos la siguiente formula:

$$Q_{cl} = C * L * h_i^{3/2}$$

$$L = L_1 - 2(N * K_p + K_a) * H =$$

L = Longitud efectiva de la cresta

L<sub>1</sub> = Longitud bruta del canal = 6,10 m.

N = Numero de pilares que atraviesa el aliviadero = 4

K<sub>p</sub> = Coef. de contrac. de pilares (triangular) = 0,00

K<sub>a</sub> = Coeficiente de contraccion de estribos = 0,20

Considerando compuerta como vertedero:

$$P = 1,75 \text{ m.} \quad H = 0,80 \text{ m.}$$

entonces: h<sub>i</sub> = P + H = 2,55 m.

Figura 34. Calculo del coeficiente de descarga variable c para cresta de cimacio de control (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

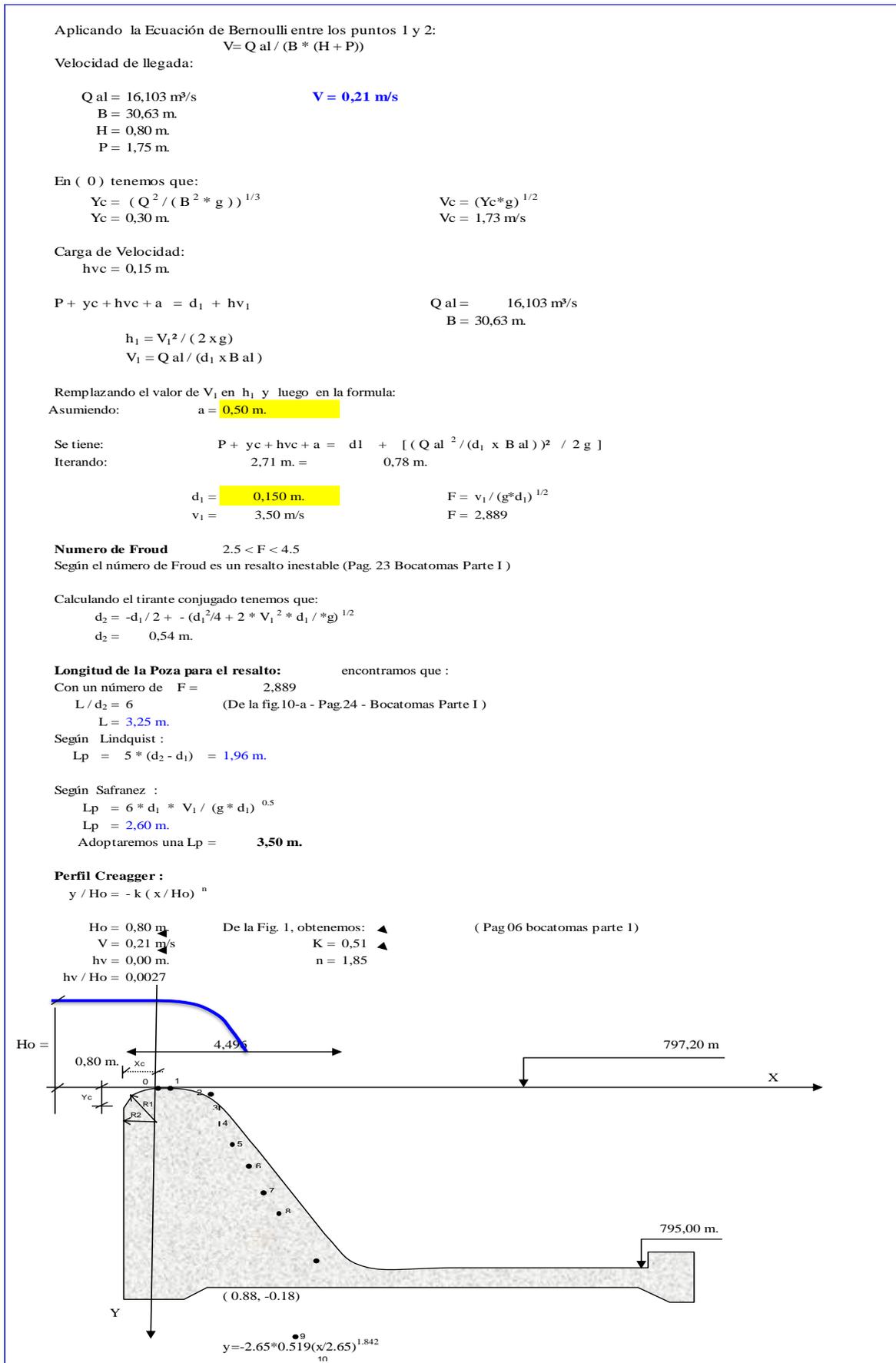


Figura 35. Descarga en el canal de limpieza (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

Calculo de "C" :

Trabaja solo como orificio, solo se considera pérdidas, por arrastre:

$$C = 0,75$$

$$L = 5,08 \text{ m.}$$

Reemplazando en la fórmula de Q, tenemos que:

$$Q_{cl} = 15,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

( Margen Izquierda )

**Descarga en el canal de limpia (barraje móvil):**

Para ello seguiremos iterando, igual que anteriormente asumiendo un valor de h para ello usaremos la siguiente formula:

$$Q_{cl} = C * L * h_i^{3/2}$$

$$L = L1 - 2(N * Kp + Ka) * H =$$

L = Longitud efectiva de la cresta

L1 = Longitud bruta del canal

= 6,10 m.

N = Numero de pilares que atraviesa el aliviadero

= 4

Kp = Coef. de contrac. de pilares (triangular)

= 0,00

Ka = Coeficiente de contraccion de estribos

= 0,20

Considerando compuerta como vertedero:

$$P = 1,75 \text{ m.}$$

$$H = 0,80 \text{ m.}$$

entonces:  $h_i = P + H = 2,55 \text{ m.}$

Calculo de "C" :

Trabaja solo como orificio, solo se considera pérdidas, por arrastre:

$$C = 0,75$$

$$L = 5,08 \text{ m.}$$

Reemplazando en la fórmula de Q, tenemos que:

$$Q_{cl} = 15,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Descarga máxima total "Qt"**

$$Q_t = Q_{al} + Q_{cl(derecha)} + Q_{cl(izquierda)}$$

Reemplazando los caudales calculados, tenemos:

$$Q_t = 47,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este valor es muy próximo al Q diseño :

$$40,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo que adoptamos este valor:

$$H_o = 0,80 \text{ m.}$$

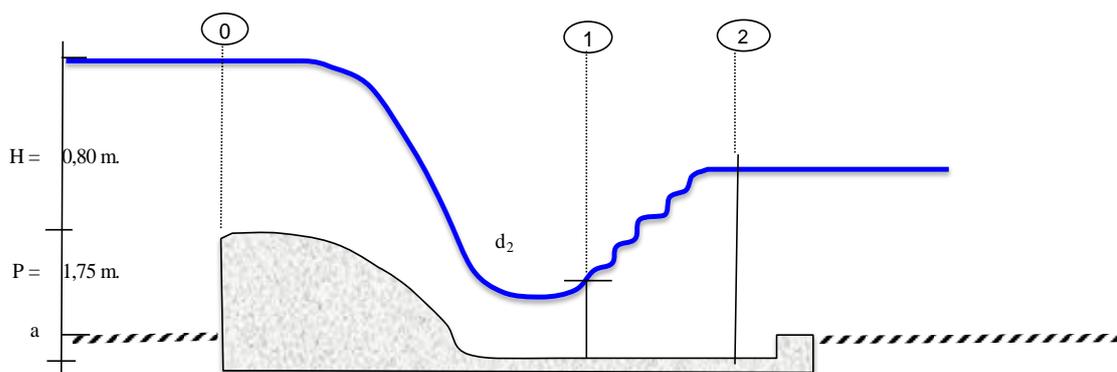


Figura 36. Descarga máxima total  $Q_t$  (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

Derivando la ecuación de Creager en :  $dy/dx$   
Punto de tangencia=

Pto.	X (m)	Y (m)
1	0,000	0,000
2	0,300	-0,066
3	0,600	-0,240
4	0,900	-0,507
5	1,200	-0,864
6	1,500	-1,305
7	1,800	-1,829
8	2,100	-2,432
9	2,400	-3,114
10	2,700	-3,872
11	3,000	-4,706
12	3,300	-5,613
13	3,600	-6,593
14	3,835	-7,412

De la Fig. 1a obtenemos:

$$X_c / H_o = 0,283$$

$$X_c = 0,23 \text{ m.}$$

$$Y_c / H_o = 0,126$$

$$Y_c = 0,10 \text{ m.}$$

$$R1 / H_o = 0,530$$

$$R1 = 0,42 \text{ m.}$$

$$R2 / H_o = 0,234$$

$$R2 = 0,19 \text{ m.}$$

#### Empalme del Cimacio con el colchón de amortiguamiento:

$$R = 0,5 * (P + H_o)$$

$$R = 1,28 \text{ m.}$$

Adoptamos  $R = 1,30 \text{ m.}$

#### Muros de Contención:

En el eje del barraje :

$$H = 1,25 * (H_o + P)$$

$$H = 3,19 \text{ m.}$$

Adoptamos  $H = 3,20 \text{ m.}$

Cota: 798,70 m.

En la Poza de Amortiguamiento :

$$H = 1,25 * d^2$$

$$H = 0,68 \text{ m.}$$

Adoptamos  $H = 0,70 \text{ m.}$

Cota: 795,70 m.

#### Solado Delantero:

Considerando material rocoso:

$$L = 5 * H_o$$

$$L = 4,00 \text{ m.}$$

Adoptamos  $L = 4,00 \text{ m.}$   
Tomamos un espesor del solado: 0,50 m.

#### Cálculo de la estructura de protección al final del colchón amortiguador (enrocado):

$$\text{Espesor } e' = 0,6 * (q^{0,5}) * (H' / g)^{0,25}$$

Donde

$$H' = P + H_o = 2,55 \text{ m.}$$

$$q = Qal / B = 0,53 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

Reemplazando :

$$e' = 0,31 \text{ m.}$$

Adoptamos :  $e' = 0,35 \text{ m.}$

#### Cálculo de la longitud del enrocado (Le):

$$Le = L'' - Lp = 0,642 * c * (H' * q)^{0,5} - Lp$$

Donde

$$H' = P + H_o = 2,55 \text{ m.}$$

$$q = Qal / b = 0,53 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$C = 9 \quad \text{Arena}$$

$$Lp = 3,50 \text{ m.}$$

Reemplazando :

$$Le = 3,20 \text{ m.}$$

Asumimos :

$Le = 3,50 \text{ m.}$	$6,00 \text{ m.}$
------------------------	-------------------

#### Altura de Pilares y Muros

$$H = 1,25 * (H_o + P)$$

$$H = 3,19 \text{ m.}$$

Adoptamos  $H = 3,20 \text{ m.}$

Cota: 798,70 m.

el espesor de pilar  $e = 0,50 \text{ m.}$

Figura 37. Cálculo del cimacio con el colchón de amortiguamiento (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

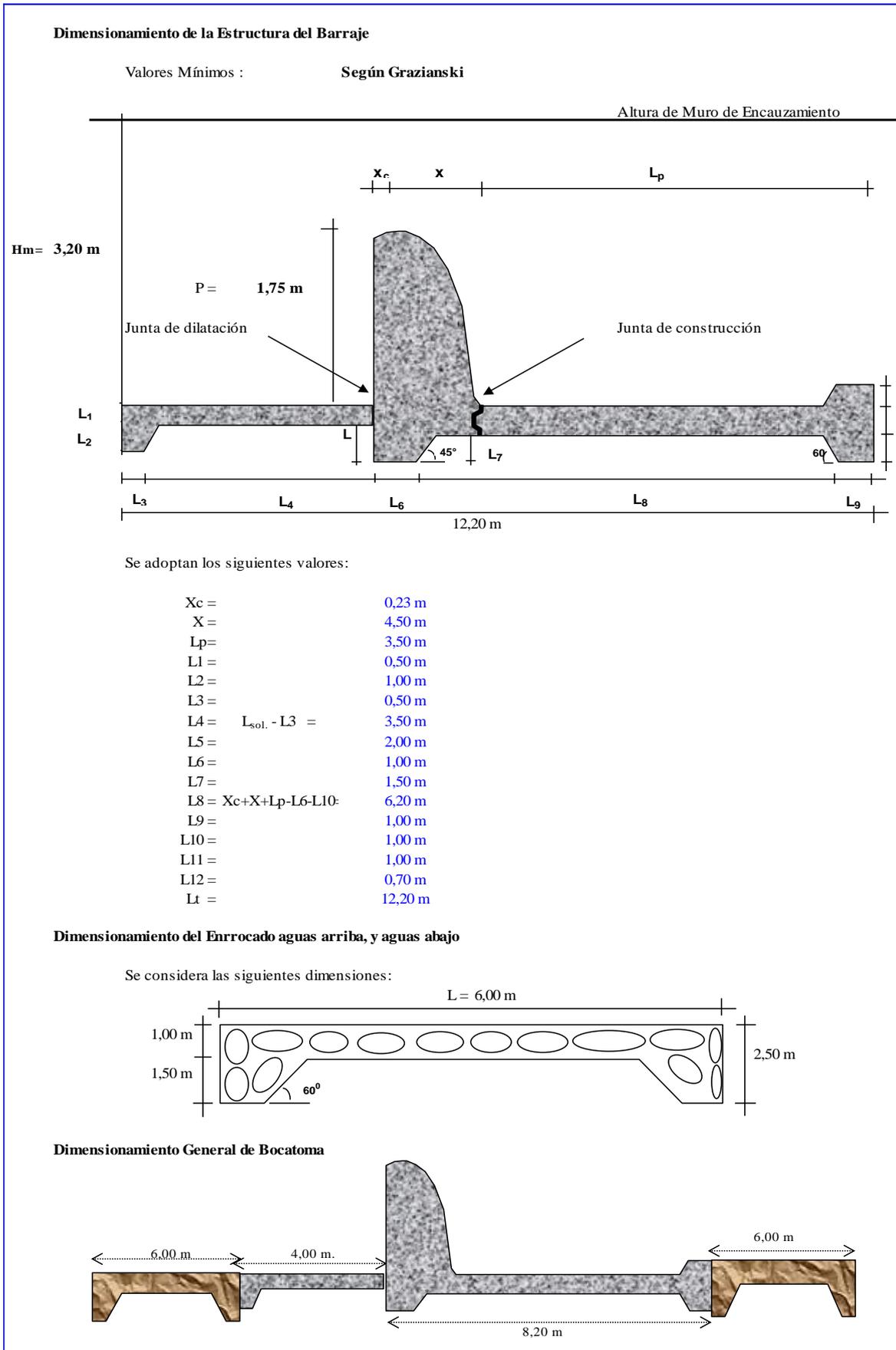


Figura 38. Dimensiones de la estructura de barraje y bocatoma (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

### 4.6.3. Diseño estructural de bocatoma

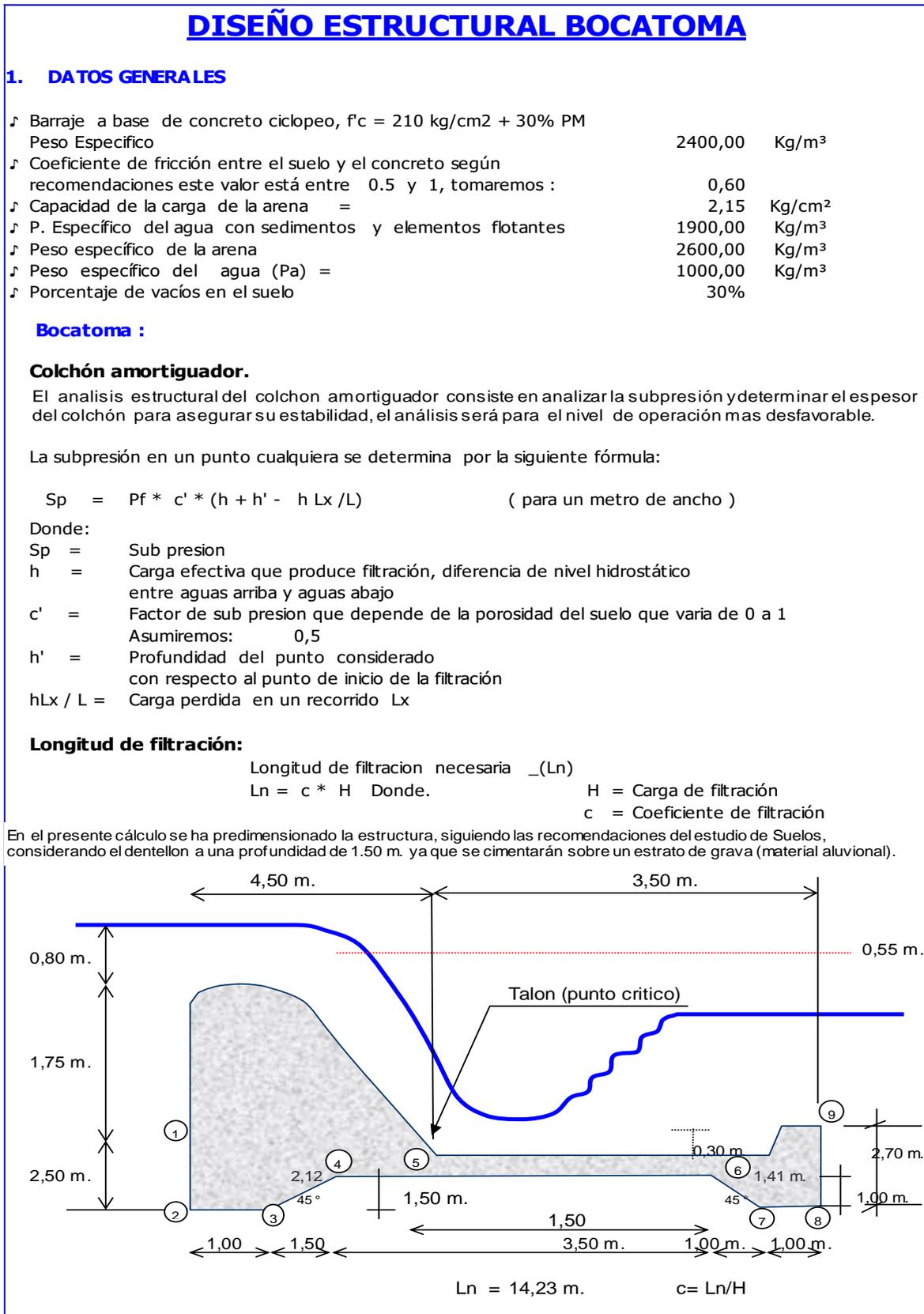


Figura 39. Diseño estructural bocatoma (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

**Calculo de "c" :**

\* Cuando esta en max. Avenida:  $H = 0,55 \text{ m.}$   
 $c = L_n/H = \mathbf{25,88}$

\* Cuando esta al nivel del cimacio:  $H = 1,75 \text{ m.}$   
 $c = L_n/H = \mathbf{8,13}$

\* Según el criterio de Blight, recomiendo que para estructuras sobre arena de grano grueso el valor de "c" será de: **12,00**

\* De estos tres escogeremos el menor, que es:  
 $c = \mathbf{8,13}$

**Longitud de filtración recorrida (Lc)**

$$L_c = L_h + L_v$$

Donde :

$L_h =$  Longitud horizontal en metros

$L_v =$  Longitud vertical en metros

Se considera distancia vertical  $\geq 45^\circ$

Se considera distancia horizontal  $< 45^\circ$

**Espesor del Colchon amortiguador**

Para asegurar la estabilidad del colchón amortiguador, el espesor se calcula verificando su peso que en cualquier punto debe ser por lo menos igual al valor de la subpresión en dicho punto por razones de seguridad se adopta que el peso del colchon sea igual a los (4/3 del valor teorico).

$$e = 4 * Sp / (3 * Pc)$$

Empleando la fórmula de Taraimovich

$$e = 0.2 * (q^{0.5}) * (Z^{0.25})$$

Donde :  $q =$  Descarga máxima probable unitaria

$Z =$  Carga o energía por perder

**Volumen de filtración:**

Se calcula empleando la formula que expresa la ley de Darcy

$$Q = K * I * A$$

Donde :

$Q =$  Gasto de Filtración

$K =$  Coeficiente de permeabilidad para la cimentación

$I =$  Pendiente hidráulica

$A =$  Area bruta de la cimentación a través del cual se produce la filtración

Cálculo de la Longitud de Filtración necesaria (Ln)

$$H = 1,75 \text{ m.}$$

$$c = 8,13$$

$$L_n = \mathbf{14,23 \text{ m.}}$$

Cálculo de la longitud compensada (Lc)

Calculo de longitud vertical (Lv)

Calcularemos con los valores del grafico

$$L_v = 8,74 \text{ m.}$$

$$L_h = 5,50 \text{ m.}$$

$$L_c = L_v + L_h = \mathbf{14,23 \text{ m.}}$$

Figura 40. Calculo de C, longitud de filtración recorrida, espesor del colchón amortiguador y volumen de filtración (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

como  $L_n < L_c$  , entonces no es necesario de lloradores

### Verificación del espesor del colchon amortiguador

Calculo de la Sub presion.

$$Sp = Pf * c' * (h + h' - h Lx/L)$$

Las variables que se presentan en la fórmula, anteriormente se ha indicado sus valores, excepto:

$$L = (Lh / 3) + Lv$$

Reemplazando:

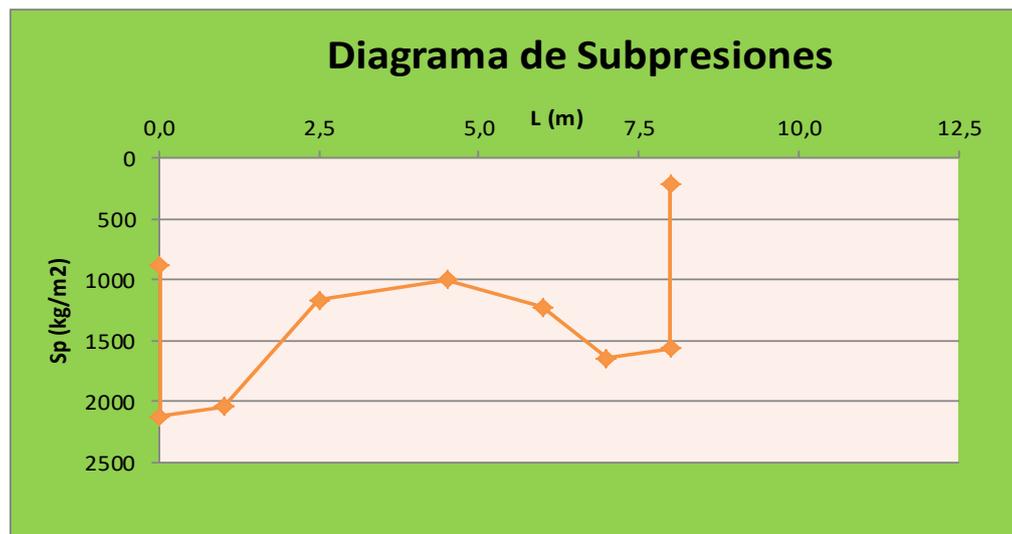
$$L = 10,57$$

$$h / L = 0,166$$

Ordenando tenemos:

Punto	Lx (m)	h' (m)	Sp (kg/m <sup>2</sup> )
1	0,00	0,00	875,00
2	0,00	2,50	2125,00
3	1,00	2,50	2042,20
4	2,50	1,00	1168,00
5	4,50	1,00	1002,70
6	6,00	1,70	1228,50
7	7,00	2,70	1645,70
8	8,00	2,70	1562,90
9	8,00	0,00	212,90

Graficamos las subpresiones y tenemos:



$$e = 4 * Sp_o / (3 * Pc)$$

Reemplazando:

$$Sp_o = 1002,70 \text{ kg/m}^2$$

$$Pc = 2400,00 \text{ Kg/m}^3$$

$$e = 0,557 \text{ m}$$

Figura 41. Verificación del espesor del colchón amortiguador (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

Según proyectos el valor del espesor varia entre 0.40 - 0.90m., en este caso el valor de e entonces elegimos el espesor de:

$$e = 0,50 \text{ m.}$$

### Caudal de filtración (Avenidas maximas)

Datos:

$$\begin{aligned} k &= 0,0005 \text{ cm/seg} \\ L = L_c &= 14,23 \text{ m.} \\ H &= 2,55 \text{ m.} \end{aligned}$$

Ancho de toda la cimentacion = 42,83 m.

Para una profundidad de 2,50 m.  
El gasto de filtración es:

$$\begin{aligned} Q &= 2,240 \text{ cm}^3/\text{s/m} \\ Q &= 0,0022 \text{ Lt/s/m} \end{aligned}$$

Para todo el ancho de la cimentacion:

$$Q = 0,096 \text{ Lt/s}$$

### Análisis del barraje para agua al nivel de la cresta

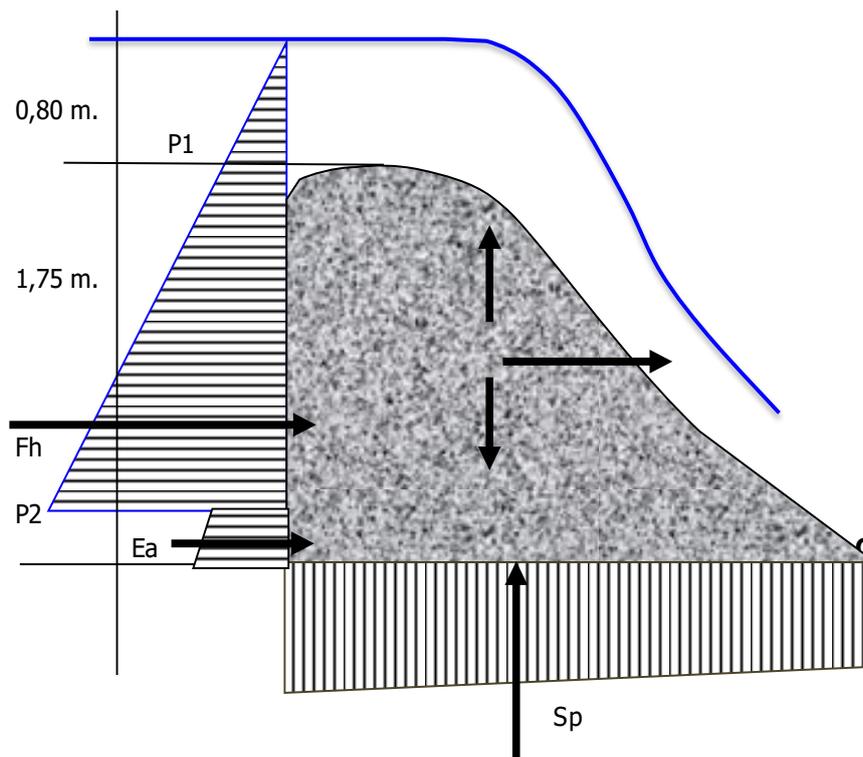


Figura 42. Caudal de filtración (avenidas máximas) y análisis del barraje para agua a nivel de cresta (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

Fuerzas que intervienen

Fh = Fuerza hidrostática

Ea = Empuje activo del suelo en suelo friccionante

Wa = Peso de la estructura

Sp = Sub - Presion

Sh = Componente horizontal de la fuerza sismica

Sv = Componente vertical de la fuerza sismica

Ve = Empuje del agua sobre la estructura ocasionado por aceleracion sismica

Me = Es el momento producido por esta fuerza.

### Fuerza hidrostática (Fh).

Para el caudal máximo:

$$Fh = (P1+P2) * P / 2$$

$$H = 0,80 \text{ m.}$$

$$P = 1,75 \text{ m.}$$

$$Pa = 1000,00 \text{ kg/m}^3$$

$$P1 = 800,00 \text{ kg/m}^2$$

$$P2 = 2550,00 \text{ kg/m}^2$$

$$Fh = 2931,25 \text{ kg}$$

$$Fh = 2,93 \text{ Tn/m}$$

Punto de Aplicación:

$$Yn = P * (2*P1 + P2) / (3*(P1 + P2))$$

$$Yn = 0,723 \text{ m.}$$

### Empuje activo del suelo (Ea).

$$Ea = 0.5 (P1 + P2) * H2$$

$$P1 = (Pc * H1) + (Pa * H)$$

$$P2 = (Pf * H2) + (P' * Ka * H2) + P1$$

Donde :

Pf	=	1000,00	kg/m <sup>3</sup>
P'	=	Peso especifico del suelo sumergido	
		P' = (Ps - 1) =	1,08 Tn/m <sup>3</sup>

H2	=	Espesor del suelo	2,70 m.
&	=	Angulo de friccion interna	30

Ps	=	Según tabla N° SM	2,08 Tn/m <sup>3</sup>
Pa	=	1,00	Tn/m <sup>3</sup>

Ka	=	[ Tag (45 - &/2) ] <sup>2</sup>	0,333
----	---	---------------------------------	-------

Pc	=	Peso especifico del concreto=	2,40 Tn/m <sup>3</sup>
H1	=	Espesor solado delantero =	0,00 m.

Reemplazando tenemos:

P1	=	1,75	Tn/m <sup>2</sup>
P2	=	2702,72	Tn/m <sup>2</sup>
Ea	=	3651,04	Tn/m

Ubicación:  $Ya = H2(2P1 + P2) / [ 3(P1 + P2) ]$

$Ya = 0,90 \text{ m.}$
------------------------

### Peso de la estructura (W).

El peso de la estructura , viene hacer el peso del barraje, para ello dividiremos en las partes como el numero de cordenadas que se calcularon para el diseño del perfil y dicho barraje se ha dividido

Figura 43. Fuerza hidrostática, empuje activo del suelo y peso de la estructura (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

**CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA ESTRUCTURA**

N°	ancho (m)	Alto (m)	Area (m <sup>2</sup> )	x (m)	y (m)	A*x	A*y
1	3,60	0,90	3,24	1,80	0,45	5,83	1,46
2	0,18	1,86	0,33	3,69	0,93	1,24	0,31
3	0,96	1,84	1,77	4,26	0,92	7,52	1,63
4	1,97	1,79	3,53	5,73	0,90	20,19	3,16
5	0,61	1,77	1,08	7,02	0,89	7,57	0,96
6	0,41	1,43	0,59	7,53	0,72	4,41	0,42
7	0,25	1,25	0,31	7,85	0,63	2,40	0,19
8	0,23	1,14	0,26	8,09	0,57	2,12	0,15
9	0,75	0,98	0,74	8,58	0,49	6,31	0,36
10	0,89	0,92	0,82	2,07	0,46	1,21	0,37
<b>Suma</b>			12,65	56,61	6,94	58,81	9

X =	1,04 m.
Y =	1,30 m.

Peso de la estructura para un metro de ancho de barraje :

$$W = 30,36 \text{ Tn/m}$$

**Sub presion (Sp).**

$$Sp = c * Pa * H * L / 2$$

Donde :  $c = 0,60$  fines de diseño  
 $L = 4,50 \text{ m.}$

$$Sp = 1,35 \text{ Tn/m}$$

$$X_{sp} = 2 * L / 3 = 3,00 \text{ m.}$$

**Sismo.**

Componente Horizontal del sismo.

$$Sh = 0.1 * W = 3,04 \text{ Tn/m}$$

Componente Vertical del sismo.

$$Sv = 0.03 * W = 0,91 \text{ Tn/m}$$

Estas fuerzas actuan en el centro de gravedad de la estructura.

**Empuje del agua debido a la aceleración sísmica.**

La fuerza sísmica en el agua y que se reparte en la estructura esta dada por la siguiente formula:

$$Ve = 0.726 * Pe * y$$

Donde:

Aumento de presion de agua en Lb/ pie<sup>2</sup> a cualquier elevacion debido alas oscilaciones sísmicas y se calcula por la siguiente formula:

Figura 44. Calculo del centro de gravedad de la estructura (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

$$Pe = c * i * Pa * h$$

C = Coeficiente de distribución de presiones.

$$C = C_m * [ y (2 - y/h) + (v * (2 - y/h) / h)^{0.5} ] / 2$$

y = Distancia vertical de la superficie del vaso a la elevación en pies.

C<sub>m</sub> = Valor máximo de C para un talud constante.

En la superficie del agua:

$$y=0 \quad c=0 \quad Pe = 0 \quad Me = 0$$

En el fondo del barraje

$$\begin{aligned} y &= 1,75 \\ h &= 1,75 \\ y/h &= 1,00 \end{aligned}$$

Para paramento vertical:

$$c = 0,73$$

Para un sismo de Intensidad VIII en la escala de Mercally (Zona 1, R.N.E.)

La aceleración sísmica es el 32% de la aceleración de la gravedad

$$\begin{aligned} i &= 0,32 \\ Pa &= 62,4 \quad \text{lb/pie}^3 \\ h &= 5,74 \quad \text{pie} \end{aligned}$$

Reemplazando :

$$\begin{aligned} Pe &= 83,6699136 \quad \text{lb/ pie} \\ Ve &= 348,67 \quad \text{lb / pie} \end{aligned}$$

El momento de volteo será de:

$$\begin{aligned} Me &= 0.29 * Pe * y^2 \\ Me &= 799,45 \quad \text{lb - pie} \end{aligned}$$

En unidades métricas sería :

$$\begin{aligned} Ve &= 0,519 \quad \text{Tn/m} \\ Me &= 0,363 \quad \text{Tn - m} \end{aligned}$$

### Análisis de estabilidad

La falla en la estructura puede ser por Volteo, deslizamiento y esfuerzos excesivos.

Deberá preverse que en el plano de desplante de la estructura solo tengan esfuerzos a compresión y que el suelo admita tracciones esto se logra cuando la resultante de las fuerzas actuantes corta al plano de la base en el tercio central

Figura 45. Análisis de estabilidad (Fuente: Elaborado con ayuda del programa exel)

**Ubicación de la Resultante (Xr)**

Tomando momento respecto al punto "0"

	Fh	Ea	Sh	Ve	TOTAL
<b>F horz (tn)</b>	-2,931	-3651,037	-3,036	-0,519	-3657,524
<b>Brazo (m)</b>	0,723	0,901	1,297		
<b>Mot (m)</b>	-2,118	-3288,060	-3,938	-0,363	-3294,479

	Sp	Sv	W	TOTAL
<b>F vert. (tn)</b>	-1,349	-0,911	30,365	28,105
<b>Brazo (m)</b>	2,998	1,039	1,039	
<b>Mot (m)</b>	-4,044	-0,946	31,542	

Mr (+) =	31,542
Ma (-) =	-3299,469

Ubicación de la Resultante con respecto a el origen de coordenadas :

$$X_r = [M(-) + M(+)] / F_{vert} = 2,070 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

Cae en el tercio central de toda la longitud

Excentricidad (e)

$$e = L/2 - X_r = 0,178 \text{ m}$$

**Estabilidad al volteo**

$$F.S. = \text{suma } M (+) / \text{suma } M (-) < 1.5$$

$$F.S. = 0,010 \quad \text{OK!}$$

**Estabilidad al deslizamiento.**

$$\text{Fuerza resistente } Fr = u * F_v$$

u = Coeficiente de fricción entre el concreto y el terreno

$$u = 0,6 \quad \text{para arena}$$

$$Fr = 16,8631 \text{ ton/m}$$

Debe cumplir que  $F_h > Fr$ 

Entonces necesitaría un dentellón, cuyas dimensiones fueron asumidas en los gráficos anteriores

**Cálculo para hundimiento**

p = resistencia del terreno , según estudios de suelos del proyecto

$$p = 2,2 \text{ Kg/cm}^2$$

Estos esfuerzos están dados por:

$$p = [ \text{Suma } F_v * ( 1 \pm (6e / b) ) ] / (a * b)$$

$$a = 1,00 \text{ m.}$$

$$b = 4,50 \text{ m.}$$

$$p_1 = 7,74 \text{ Ton/m}^2 = 0,77 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p_2 = 4,8 \text{ Ton/m}^2 = 0,48 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p_1, \text{ se encuentra en el rango } < 2,15 \text{ Kg/cm}^2$$

OK!

Figura 46. Estabilidad al volteo estabilidad al deslizamiento y cálculo para hundimiento (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

El **diseño de las obras de arte** se encuentra detallado en el **anexo N° 03**

## 4.7. Estudio económico del proyecto (anexo n° 04)

### 4.7.1. Metrados

<b>RESUMEN DE METRADOS</b>			
Presupuesto: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA, REGION SAN MARTIN"			
Subpresupuesto: CANAL EL MILAGRO			
Lugar: REGION SAN MARTIN - PROVINCIA DE RIOJA - DISTRITO AWAJUN			
Item	Descripción	Und.	Metrado
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	GLB	1,00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.40 x 4.80 m	UND	1,00
01.03	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA	M2	48,00
01.04	SERVICIOS HIGIENICOS DE OBRA (DISAL)	MES	10,00
01.05	LIMPIEZA INICIAL Y FINAL DE OBRA	M2	37.207,29
<b>02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
02.01	DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	M2	39.687,78
02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO EN CANALES	KM	12,40
02.03	DESMONTAJE DE COMPUERTAS EXISTENTES	UND	17,00
02.04	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M3	315,96
02.05	ELIMINACION DE ARBUSTOS	UND	35,00
02.06	DESVIO PROVISIONAL DE CAUCE DE CANAL	MES	10,00
02.07	MANTENIMIENTO DE TROCHAS EXISTENTES DE ACCESO AL CANAL	MES	10,00
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
03.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA CONFORMACION DE CAJA DE CANAL	M3	25.120,73
03.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO PARA CONFORMACION DE CAJA DE CANAL	M3	11.983,30
03.03	PERFILADO Y REFINE DE CANAL E=0.15m.	M2	57.821,37
03.04	ACARREO MANUAL DEL MATERIAL, DISTANCIA MEDIA 250m.	M3	16.421,79
03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE, DIST. MEDIA 5KM.	M3	16.421,79
03.06	AFIRMADO PARA BERMA PEATONAL, E=0.075m.	M2	26.045,10
03.07	BASE DE MATERIAL GRANULAR HORMIGON DE RIO E=0.20MTS	M2	10.703,30
<b>04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>		
04.01	REVESTIMIENTO DE CANAL CON CONCRETO Fc = 175 Kg/cm2, E=0.075 m.	M2	57.821,37
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION ESCALINES DE FIERRO CORRUGADO 3/4"	UND	25,00
04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA TEKCELL 711x75	M2	57.821,37
<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE</b>		
<b>05.01</b>	<b>BOCATOMA</b>		
05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	11.560,75
05.01.02	DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	M2	2.145,15
05.01.03	CORTE MASIVO PARA ENCAUZAMIENTO DE RIO L=110MTS.	M3	5.280,00
05.01.04	RELLENO MASIVO PARA ENCAUZAMIENTO DE RIO L=110MTS.	M3	4.800,00
05.01.05	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN CAUCE DE RIO	M3	2.330,41
05.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON TRACTOR DE ORUGA DIST. MEDIA =500M.	M3	3.513,01
05.01.07	SOLADO DE CONCRETO C:H, 1:10, e = 4"	M2	824,55
05.01.08	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	380,16
05.01.09	CONCRETO CICLOPEO Fc=210 kg/cm2 + 30% PM. max 6"	M3	1.846,45
05.01.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	1.229,04
05.01.11	ACERO REFUERZO fy=4200kg/cm2	KG	9.289,54
05.01.12	ENROCADADO ACOMODADO Ø=0.50 a 1.00 m.	M3	1.036,73
05.01.13	COMPUERTA RADIAL TIPO OVERFLOW MOD. 400 (2.40 x 1.60m.)	UND	4,00
05.01.14	COMPUERTA RADIAL TIPO ARMCO BRESTWALL MOD. 400 ó Similar de 1.50m. x 1.20m.	UND	2,00
05.01.15	Compuerta Plana deslizante de 1.20x 1.20 tipo ARMCO o similar MOD-10.00 izaje CPE-2	UND	2,00
05.01.16	JUNTA DE CONTRACCIÓN WATER STOP 9"	ML	113,96
05.01.17	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPORT E=1"	ML	91,17
05.01.18	BARANDA METALICA de FºGº DE Ø 2"	ML	76,10
05.01.19	SUMINIST. E INSTAL. GAVIONES CAJA 10x12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x1.00x0.50	UND	113
05.01.20	SUMINIST. E INSTAL. GAVIONES CAJA 10x12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x1.00x1.00	UND	226
05.01.21	SUMINIST. E INSTAL. GAVIONES CAJA 10x12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x1.50x1.00	UND	113
05.01.22	SUMINIST. E INSTAL. GAVIONES TIPO COLCHON RENO 10x12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x2.00	UND	113
05.01.23	FLETE TERRESTRE DE CAJA GAVIONES LIMA-RIOJA-AWAJUN	UND	1,00
<b>05.02</b>	<b>DESARENADOR</b>		
05.02.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	113,00
05.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	M3	125,69
05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	157,11
05.02.04	SOLADO DE CONCRETO C:H, 1:10, e = 4"	M2	113,00
05.02.05	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	102,17
05.02.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	570,63
05.02.07	ACERO REFUERZO fy=4200kg/cm2	KG	4.411,75

Figura 47. Resumen de metrados parte 1 (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

05.02.08	COMPUERTA METALICA TIPO GUILLOTINA 1.40 X 0,70 E=5/16", MARCO DE 1", ESPARRAG	UND	1,00
05.02.09	COMPUERTA METALICA TIPO GUILLOTINA 1.00 X 0,70 E=5/16", MARCO DE 1", ESPARRAG	UND	1,00
05.02.10	COMPUERTA METALICA TIPO GUILLOTINA 1.15 X 0,60 E=5/16", MARCO DE 1", ESPARRAG	UND	1,00
05.02.11	COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA 1.90MX0.60M, E=1/4"	UND	1,00
05.02.12	REJILLA DE $\phi$ 1/2" DE 1,40X1,20 M.	UND	1,00
05.02.13	JUNTA DE CONTRACCIÓN WATER STOP 8"	ML	67,36
05.02.14	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPORT E=1"	ML	22,60
05.02.15	BARANDA METALICA de F°G° DE $\phi$ 1 1/2"	ML	22,60
05.02.16	ATAGUÍA DE MADERA 1.40 X 0.73 M, e=4"	UND	1,00
05.02.17	ATAGUÍA DE MADERA 1.00 X 0.73 M, e=4"	UND	1,00
<b>05.03</b>	<b>AFORADOR PARSHALL</b>		
05.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	88,65
05.03.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	M3	84,22
05.03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	50,89
05.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	41,66
05.03.05	REFINE Y NIVELACION	M2	88,65
05.03.06	FILTRO DE GRAVA E=0.15m.	M2	50,52
05.03.07	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	M2	90,89
05.03.08	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	43,80
05.03.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	124,08
05.03.10	ACERO DE REFUERZO f'y = 4200 Kg/cm2	KG	3.409,46
05.03.11	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO	ML	15,52
05.03.12	JUNTA DE WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO	ML	34,87
05.03.13	PROTECCION DE ARISTAS CON PERFILES PLATINAS L 3" x 3" x1/4"	ML	7,40
05.03.14	SUMINISTRO E INSTALACION DE DE REGLA LIGNIMETRICA	UND	1,00
05.03.15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAL DE 4"	ML	0,50
05.03.16	SUMINISTRO E INSTALACION ESCALINES DE FIERRO CORRUGADO 3/4"	UND	5,00
<b>05.04</b>	<b>TOMAS LATERALES TÍPICAS (28 UNIDADES)</b>		
05.04.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	210,00
05.04.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	M3	283,50
05.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	354,38
05.04.04	REFINE Y NIVELACION	M2	210,00
05.04.05	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	M2	156,80
05.04.06	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	69,05
05.04.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	433,72
05.04.08	ACERO DE REFUERZO f'y = 4200 Kg/cm2	KG	3.397,64
05.04.09	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO	ML	294,00
05.04.10	MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA CON CONCRETO f'c = 140 kg/cm2 E=0.20m.	M2	120,54
05.04.11	SUM. E INSTAL. COMPUERTA PLANA TIPO ARMCO O SIMILAR DE 0.60 x 0.60 C/MEC. DE IZA	UND	28,00
<b>05.05</b>	<b>CAIDAS VERTICALES (10 UNIDADES)</b>		
05.05.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	335,30
05.05.02	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	M3	352,07
05.05.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	147,40
05.05.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	255,83
05.05.05	REFINE Y NIVELACION	M2	335,30
05.05.06	FILTRO DE GRAVA E=0.15m.	M2	292,50
05.05.07	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	M2	292,50
05.05.08	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	156,67
05.05.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	750,72
05.05.10	ACERO DE REFUERZO f'y = 4200 Kg/cm2	KG	11.162,18
05.05.11	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO DE POLIURETANO	ML	66,00
05.05.12	JUNTA DE WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO	ML	62,00
<b>05.06</b>	<b>PASE PUENTE PEATONAL (34 UNIDADES)</b>		
05.06.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	320,62
05.06.02	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	60,23
05.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	369,92
05.06.04	ACERO REFUERZO fy=4200kg/cm2	KG	3.823,47
<b>05.07</b>	<b>TOMAS A PARCELAS (17 UNIDADES)</b>		
05.07.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	31,28
05.07.02	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	M2	17,68
05.07.03	CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	M3	7,45
05.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	87,89
05.07.05	ACERO DE REFUERZO f'y = 4200 Kg/cm2	KG	369,60

Figura 48. Resumen de metrados parte 2 (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

05.07.06	MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA CON CONCRETO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$	M2	28,56
05.07.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA 0.40X0.40 e=1/4"	UND	17,00
<b>05.08</b>	<b>AFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES (38 UNIDADES)</b>		
05.08.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	243,96
05.08.02	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	M2	243,96
05.08.03	CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	M3	121,73
05.08.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	M2	523,07
05.08.05	ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	KG	5.469,81
05.08.06	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO DE POLIURETANO	ML	121,60
05.08.07	JUNTA DE WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO	ML	121,60
<b>06</b>	<b>FLETES</b>		
06.01	FLETE TERRESTRE RIOJA - AWAJUN - BAJO NARANJILLO	GLB	1,00
06.02	FLETE TERRESTRE SISTEMA TEKCELL LIMA - AWAJUN (2 VIAJES)	GLB	1,00
06.03	FLETE RURAL	GLB	1,00
<b>07</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>		
7,01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1,00

Figura 49. Resumen de metrados parte 3 (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

Los **metrados** del proyecto se han elaborado tomando en cuenta la norma técnica de metrados, para lo cual se ha elaborado la planilla de metrados para cada partida de que consta el presupuesto, lo cual se encuentra detallado en el **anexo n° 04 (8.5.1)**.

#### 4.7.2. Análisis de costos unitarios

							Página :	1
<b>Análisis de precios unitarios</b>								
0102007	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA-REGION SAN MARTIN							
001	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL						Fecha presupuesto	04/09/2017
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS							
glb/DIA	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por : glb			<b>35.000,00</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Materiales</b>								
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUI	glb				1,0000	35.000,00	35.000,00	
							<b>35.000,00</b>	
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.40 x 4.80m							
und/DIA	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por : und			<b>1.141,55</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
OFICIAL		hh		1,0000	8,0000	14,57	116,56	
PEON		hh		2,0000	16,0000	13,12	209,92	
							<b>326,48</b>	
<b>Materiales</b>								
CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"		kg			1,5000	4,50	6,75	
PIEDRA MEDIANA MAX 4"		m3			0,2300	50,00	11,50	
HORMIGON		m3			0,5300	50,00	26,50	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)		bol			1,9700	23,00	45,31	
MADERA TORNILLO		p2			24,2000	3,50	84,70	
GIGANTOGRAFIA DIGITAL		m2			20,0000	30,00	600,00	
PERNO 5/8" X 8" C/TUERCA Y ANILLO		und			12,0000	2,50	30,00	
AGUA		m3			0,0864	6,00	0,52	
							<b>805,28</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3,0000	326,48	9,79	
							<b>9,79</b>	
01.03	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA							
m2/DIA	60,0000	EQ.	60,0000	Costo unitario directo por : m2			<b>44,58</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO		hh		1,0000	0,1333	17,19	2,29	
PEON		hh		1,0000	0,1333	13,12	1,75	
							<b>4,04</b>	
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg			0,0152	4,50	0,07	
CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"		kg			0,1000	4,50	0,45	
MADERA TORNILLO		p2			3,0000	3,50	10,50	
TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 4 mm		pln			1,2000	24,50	29,40	
							<b>40,42</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3,0000	4,04	0,12	
							<b>0,12</b>	

Figura 50. Análisis de precios unitarios (Fuente: Elaborado con ayuda del programa s10)

Los **análisis de costos unitarios** se han elaborado en el programa s10, lo cual se encuentra detallado en el **anexo n° 04 (8.5.2)**

## 4.7.3. Gastos generales

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES DE OBRA							
OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA, REGION SAN MARTIN"							
TIEMPO EJECUCION: 300 dc. Obra + 30 dc Liquidación							
FECHA: Setiembre 2017							
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL	
1,0	<b>GASTOS GENERALES FIJOS</b>						
	<b>Ejecución Técnica</b>						
	Ingeniero Residente de Obra	mes	10	12.000,00	120.000,00	736.000,00	
	Ingeniero Asistente de Obra	mes	10	10.000,00	100.000,00		
	Ingeniero Especialista en Recursos Hídricos	mes	10	8.000,00	80.000,00		
	Ingeniero Especialista en Mecánica de Suelos	mes	10	8.000,00	80.000,00		
	Ingeniero Especialista en Infraestructura	mes	10	8.000,00	80.000,00		
	Ingeniero Especialista en Medio Ambiente	mes	10	8.000,00	80.000,00		
	Maestro de Obra	mes	10	4.500,00	45.000,00		
	Administrador	mes	10	3.500,00	35.000,00		
	Cadistas y/o Dibujantes	mes	10	2.500,00	25.000,00		
	Almacenero	mes	10	2.200,00	22.000,00		
	Guardian	mes	10	2.200,00	22.000,00		
	Secretaría	mes	10	2.200,00	22.000,00		
	Contador	mes	10	2.500,00	25.000,00		
2,0	<b>GASTOS PLAN Y MONITOREO ARQUEOLOGICO</b>						
	Arqueologo Director (40 visitas durante la obra en periodo de trabajos de movimiento de tierras + Informe Final)	visitas	40	1.250,00	50.000,00	92.003,90	
	Arqueologo Monitor (40 visitas a obra durante movimiento de tierras)	visitas	40	975,00	39.000,00		
	Autorización para realizar el Plan de Monitoreo Arqueológico (PMA)	UIT	0,502	3.850,00	1.932,70		
	Aprobación del Informe Final de Plan de Monitoreo Arqueológico	UIT	0,278235	3.850,00	1.071,20		
3,0	<b>GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						
	<b>Alquiler de Equipos y Otros</b>						
	Camioneta x 02 unidades	mes	10	5.000,00	50.000,00	235.991,53	
	Servicio de Laboratorio suelo-concreto	mes	10	2.000,00	20.000,00		
	<b>Varios</b>						
	Movilidad (Ingenieros y Administrativos)	mes	10	950,00	9.500,00		
	Gastos de Instalacion	glb	1	2.500,00	2.500,00		
	Útiles de Oficina	glb	1	621,53	621,53		
	Papel , Tinta, Copias, Anillados, Impresiones, otros	glb	1	1.250,00	1.250,00		
	Implementos de seguridad (Botas, Guantes, Lentes, Chalecos, Cascos, Unif	glb	1	7.500,00	7.500,00		
	Servicios: Equipo de Computo, Teléfono, Courier, Internet	mes	10	650,00	6.500,00		
	Gastos de Asistencia Medica	mes	10	650,00	6.500,00		
	Gastos Notariales (legalizar cuaderno de obra, etc)	glb	1	2.500,00	2.500,00		
	Manual de Operación y Mantenimiento	glb	1	1.500,00	1.500,00		
	Planos de Post construcción	glb	1	2.500,00	2.500,00		
	<b>Gastos financieros, fianzas,pólizas</b>						
	Seguro de personal	glb	1	25.760,00	25.760,00		
	Seguro de Obra contra todo riesgo	glb	1	92.000,00	92.000,00		
	Fianzas	glb	1	7.360,00	7.360,00		
<b>3.0 GASTOS DE LIQUIDACION DE OBRA</b>							
Item	DESCRIPCION	Unidad	Personas	% Part.	Tiempo	Sueldo/Mensual	PARCIAL
1	Ingeniero Residente	mes	1,00	100,00	1,00	12.000,00	18.700,00
2	Fotocopias e Impresiones y Ploteos	Est	1,00		1,00	900,00	
3	Verificaciones y legalizaciones	Est	1,00		1,00	450,00	
4	Materiales de Escritorio	Est	1,00		1,00	350,00	
5	Movilidad	Est	1,00	100,00	1,00	5.000,00	
<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>							<b>S/. 1.082.695,43</b>

Figura 51. Desagregado de gastos generales de obra (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

<b>DESAGREGADO DE GASTOS DE SUPERVISION</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA, REGION SAN MARTIN"</b>							
<b>TIEMPO EJECUCION: 300 dc. Obra + 30 dc Liquidación</b>							
<b>FECHA: Setiembre 2017</b>							
<b>A- GASTOS DE SUPERVISION TECNICA</b>							
<b>GASTOS FIJOS</b>							<b>475.000,00</b>
<b>RETRIBUCIONES</b>						<b>Sub Total</b>	<b>475.000,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Personas	% Part	Tiempo	Sueldo/Mensual	PARCIAL
	Ingeniero Supervisor	mes	1,00	100%	11,00	15.000,00	165.000,00
	Ingeniero Asistente Supervisor	mes	1,00	100%	10,00	10.000,00	100.000,00
	Ingeniero Especialista en Suelos	mes	1,00	100%	10,00	8.000,00	80.000,00
	Ingeniero Especialista en Infraestructura	mes	1,00	100%	10,00	8.000,00	80.000,00
	Asistente Topografo y/o Cadista	mes	1,00	100%	10,00	5.000,00	50.000,00
<b>GASTOS VARIABLES</b>							<b>66.347,71</b>
<b>VESTUARIO Y ARTICULOS DE SEGURIDAD</b>						<b>Sub Total</b>	<b>2.460,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	% Part	Nº Veces	Costo Unitario	PARCIAL
	Chalecos	Und.	4,00	100%	1,00	50,00	200,00
	Cascos	Und.	4,00	100%	1,00	35,00	140,00
	Lentes de Seguridad	Par	4,00	100%	1,00	30,00	120,00
	Uniformes	Und.	4,00	100%	1,00	250,00	1.000,00
	Zapatos de Seguridad	Par	4,00	100%	1,00	250,00	1.000,00
<b>COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES</b>						<b>Sub Total</b>	<b>31.350,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	mes	Tiempo	Costo	PARCIAL
	Camioneta	mes	1,00	11,00		2.500,00	27.500,00
	Combustible	mes	1,00	11,00		350,00	3.850,00
<b>BIENES DE CONSUMO</b>						<b>Sub Total</b>	<b>8.500,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad		Tiempo	Costo	PARCIAL
	Consumo de Equipo Tecnico	Est	1,00		10,00	850,00	8.500,00
<b>OTROS SERVICIOS DE TERCEROS</b>						<b>Sub Total</b>	<b>8.800,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad		Tiempo	Costo	PARCIAL
	Fotocopias e Impresiones	Est	1,00		11,00	350,00	3.850,00
	Comunicaciones	Est	1,00		11,00	250,00	2.750,00
	Varios	Est	1,00		11,00	200,00	2.200,00
<b>MATERIALES DE ESCRITORIO</b>						<b>Sub Total</b>	<b>2.917,71</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad		Tiempo	Costo	PARCIAL
	Materiales de Escritorio	est	1,00		11,00	250,00	2.750,00
	Varios	glb	1,00		1,00	167,71	167,71
<b>EQUIPAMIENTO Y BIENES DURADEROS</b>						<b>Sub Total</b>	<b>7.150,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	% Part	Tiempo	Costo	PARCIAL
	Computadora	mes	11,00	1,00		450,00	4.950,00
	Escritorio de Computadora	mes	11,00	1,00		200,00	2.200,00
<b>ALQUILER DE BIENES MUEBLES</b>						<b>Sub Total</b>	<b>5.170,00</b>
	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	% Part	Tiempo	Costo	PARCIAL
	Oficina	mes	1,00	1,00	11,00	470,00	5.170,00
<b>TOTAL GASTO SUPERVISION</b>							<b>541.347,71</b>
<b>Nota:</b> Se considera 01 mes de honorarios para Liquidación.							

Figura 52. Desagregado de gastos de supervisión (Fuente: Elaborado con ayuda del programa excel)

Los gastos generales tanto de obra como de supervisión se han elaborado tomando en cuenta el plazo de ejecución de obra, de acuerdo a la programación correspondiente y este se encuentra detallado en el **anexo nº 04 (8.5.3)**

## 4.7.4. Presupuesto de obra

S10

Página

1

## Presupuesto

Presupues **0102007** MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO,  
DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA-REGION SAN MARTIN

Subpresup **001** MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO,  
DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA-REGION SAN MARTIN

Costo al **04/09/2017**Lugar **SAN MARTIN - RIOJA - AWAJUN**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
<b>U1</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>147.149,14</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1,00	35.000,00	35.000,00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.40 x 4.80m	und	1,00	1.141,55	1.141,55
01.03	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA	m2	48,00	44,58	2.139,84
01.04	SERVICIOS HIGIENICOS DE OBRA (DISAL)	mes	10,00	2.850,00	28.500,00
01.05	LIMPIEZA INICIAL Y FINAL DE OBRA	m2	37.207,29	2,16	80.367,75
<b>U2</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>278.790,18</b>
02.01	DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	m2	39.687,78	2,70	107.157,01
02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO EN CANALES	km	12,40	2.501,82	31.022,57
02.03	DESMONTAJE DE COMPUERTAS EXISTENTES	und	17,00	357,86	6.083,62
02.04	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m3	315,96	181,91	57.476,28
02.05	ELIMINACION DE ARBUSTOS	und	35,00	43,24	1.513,40
02.06	DESVIO PROVISIONAL DE CAUCE DE CANAL	mes	10,00	3.053,67	30.536,70
02.07	MANTENIMIENTO DE TROCHAS EXISTENTES DE ACCESO AL CANAL	mes	10,00	4.500,06	45.000,60
<b>U3</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>3.408.132,31</b>
03.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA CONFORMACION DE CAJA DE CANAL	m3	25.120,73	37,00	929.467,01
03.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO PARA CONFORMACION DE CAJA DE CANAL	m3	11.983,30	42,16	505.215,93
03.03	PERFILADO Y REFINE DE CANAL E=0.15m.	m2	57.821,37	2,70	156.117,70
03.04	ACARREO MANUAL DEL MATERIAL, DISTANCIA MEDIA 250m.	m3	16.421,79	14,49	237.951,74
03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO DISTANCIA MEDIA 5KM.	m3	16.421,79	54,45	894.166,47
03.06	AFIRMADO PARA BERMA PEATONAL, E=0.075m.	m2	26.045,10	14,95	389.374,25
03.07	BASE DE MATERIAL GRANULAR HORMIGON DE RIO E=0.20MTS	m2	10.703,30	27,64	295.839,21
<b>U4</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>4.372.146,13</b>
04.01	REVESTIMIENTO DE CANAL CON CONCRETO F'c = 175 Kg/cm2, E=0.075 m.	m2	57.821,37	52,35	3.026.948,72
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION ESCALINES DE FIERRO CORRUGADO 3/4"	und	25,00	704,75	17.618,75
04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA TEKCELL 711x75	m2	57.821,37	22,96	1.327.578,66
<b>U5</b>	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>2.263.338,19</b>
05.01	<b>BOCATOMA</b>				<b>1.509.786,08</b>
05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	11.560,75	2,96	34.219,82
05.01.02	DESBROCE Y ELIMINACION DE VEGETACION	m2	2.145,15	2,70	5.791,91
05.01.03	CORTE MASIVO PARA ENCAUZAMIENTO DE RIO L=200MTS.	m3	5.280,00	3,84	20.275,20
05.01.04	RELLENO MASIVO PARA ENCAUZAMIENTO DE RIO L=200MTS.	m3	4.800,00	3,07	14.736,00
05.01.05	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN CAUCE DE RIO	m3	2.330,41	18,21	42.436,77
05.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON TRACTOR DE ORUGA DIST. MEDIA =500M.	m3	3.513,01	3,65	12.822,49

05.01.07	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 4"	m2	824,55	35,02	28.875,74
05.01.08	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	380,16	444,68	169.049,55
05.01.09	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30% PM. max 6"	m3	1.846,45	284,90	526.053,61
05.01.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	1.229,04	50,44	61.992,78
05.01.11	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	9.289,54	6,05	56.201,72
05.01.12	ENROCADO ACOMODADO Ø=0.50 a 1.00 m.	m3	1.036,73	40,46	41.946,10
05.01.13	COMPUERTA RADIAL TIPO OVERFLOW MOD. 400 (2.40 x 1.60m.)	und	4,00	4.364,81	17.459,24
05.01.14	COMPUERTA RADIAL TIPO ARMCO BREASTWALL MOD. 400 ó Similar de 1.50m. x 1.20m.	und	2,00	3.364,81	6.729,62
05.01.15	Compuerta Plana deslizante de 1.20x 1.20 tipo ARMCO o similar MOD-10.00 izaje CPE-2	und	2,00	2.164,81	4.329,62
05.01.16	JUNTA DE CONTRACCIÓN WATER STOP 9"	m	113,96	74,48	8.487,74
05.01.17	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPORT E=1"	m	91,17	73,09	6.663,62
05.01.18	BARANDA METALICA de F°G° DE Ø 2"	m	76,10	267,77	20.377,30
05.01.19	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIONES CAJA 10x 12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x 1.00x 0.50	und	113,00	481,69	54.430,97
05.01.20	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIONES CAJA 10x 12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x 1.00x 1.00	und	226,00	736,33	166.410,58
05.01.21	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIONES CAJA 10x 12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x 1.50x 1.00	und	113,00	1.085,01	122.606,13
05.01.22	SUMINISTRO E INSTALACION GAVIONES TIPO COLCHON RENO 10x 12 - 2.40 mm G+PVC 5.00x 2.00x 0.30	und	113,00	653,89	73.889,57
05.01.23	FLETE TERRESTRE DE CAJA GAVIONES LIMA-RIOJA-AWAJUN	glb	1,00	14.000,00	14.000,00
05.02	<b>DESARENADOR</b>				<b>126.672,43</b>
05.02.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	113,00	2,96	334,48
05.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	m3	125,69	22,75	2.859,45
05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	157,11	17,66	2.774,56
05.02.04	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 4"	m2	113,00	35,02	3.957,26
05.02.05	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	102,17	444,68	45.432,96
05.02.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	570,63	50,44	28.782,58
05.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4.411,75	6,05	26.691,09
05.02.08	COMPUERTA METALICA TIPO GUILLOTINA 1.40 X 0,70 E=5/16", MARCO DE 1", ESPARRAGO	und	1,00	920,82	920,82
05.02.09	COMPUERTA METALICA TIPO GUILLOTINA 1.00 X 0,70 E=5/16", MARCO DE 1", ESPARRAGO	und	1,00	720,82	720,82
05.02.10	COMPUERTA METALICA TIPO GUILLOTINA 1.15 X 0,60 E=5/16", MARCO DE 1", FSPARRAGO	und	1,00	720,82	720,82
05.02.11	COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA 1.90MX0.60M, E=1/4"	und	1,00	585,41	585,41
05.02.12	REJILLA DE ø 1/2" DE 1,40X1,20 M.	und	1,00	550,82	550,82
05.02.13	JUNTA DE CONTRACCIÓN WATER STOP 8"	m	67,36	73,93	4.979,92
05.02.14	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPORT E=1"	m	22,60	73,09	1.651,83
05.02.15	BARANDA METALICA de F°G° DE Ø1 1/2"	m	22,60	225,61	5.098,79
05.02.16	ATAGUÍA DE MADERA 1.40 X 0.73 M, e=4"	und	1,00	325,41	325,41
05.02.17	ATAGUÍA DE MADERA 1.00 X 0.73 M, e=4"	und	1,00	285,41	285,41
05.03	<b>AFORADOR PARSHALL</b>				<b>63.360,81</b>
05.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	88,65	2,96	262,40
05.03.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	m3	84,22	22,75	1.916,01
05.03.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	50,89	59,11	3.008,11
05.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	41,66	17,66	735,72
05.03.05	REFINE Y NIVELACION	m2	88,65	2,70	239,36

05.03.06	FILTRO DE GRAVA E=0.15m.	m2	50,52	12,81	647,16
05.03.07	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	m2	90,89	29,29	2.662,17
05.03.08	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	43,80	444,68	19.476,98
05.03.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	124,08	50,44	6.258,60
05.03.10	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	3.409,46	6,05	20.627,23
05.03.11	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO	m	15,52	31,20	484,22
05.03.12	JUNTA DE WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO	m	34,87	77,25	2.693,71
05.03.13	PROTECCION DE ARISTAS CON PERFILES PLATINAS L 3" x 3" x 1/4"	m	7,40	30,77	227,70
05.03.14	SUMINISTRO E INSTALACION DE DE REGLA LIGNIMETRICA	und	1,00	591,65	591,65
05.03.15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAL DE 4"	m	0,50	12,07	6,04
05.03.16	SUMINISTRO E INSTALACION ESCALINES DE FIERRO CORRUGADO 3/4"	und	5,00	704,75	3.523,75
05.04	<b>TOMAS LATERALES TYPICAS (28 UNIDADES)</b>				<b>123.897,82</b>
05.04.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	210,00	2,96	621,60
05.04.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	m3	282,50	22,75	6.426,88
05.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	354,38	17,66	6.258,35
05.04.04	REFINE Y NIVELACION	m2	210,00	2,70	567,00
05.04.05	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	m2	156,80	29,29	4.592,67
05.04.06	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	69,05	444,68	30.705,15
05.04.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	433,72	50,44	21.876,84
05.04.08	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	3.397,64	6,05	20.555,72
05.04.09	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO	m	294,00	31,20	9.172,80
05.04.10	MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA CON CONCRETO f'c = 140 kg/cm2 E=0.20m.	m2	120,54	70,83	8.537,85
05.04.11	SUM. E INSTAL. COMPUERTA PLANA TIPO ARMCO O SIMILAR DE 0.60 x 0.60 C/MEC. DE IZAJE MANUAL HB - 24	und	28,00	520,82	14.582,96
	<b>CAIDAS VERTICALES (10 UNIDADES)</b>				<b>217.366,65</b>
05.05.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	335,30	2,96	992,49
05.05.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NORMAL	m3	352,07	22,75	8.009,59
05.05.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	147,40	59,11	8.712,81
05.05.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	255,83	17,66	4.517,96
05.05.05	REFINE Y NIVELACION	m2	335,30	2,70	905,31
05.05.06	FILTRO DE GRAVA E=0.15m.	m2	292,50	12,81	3.746,93
05.05.07	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	m2	292,50	29,29	8.567,33
05.05.08	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	156,67	444,68	69.668,02
05.05.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	750,72	50,44	37.866,32
05.05.10	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	11.162,18	6,05	67.531,19
05.05.11	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO	m	66,00	31,20	2.059,20
05.05.12	JUNTA DE WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO	m	62,00	77,25	4.789,50
05.06	<b>PASE PUENTE PEATONAL (34 UNIDADES)</b>				<b>69.522,87</b>
05.06.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	320,62	2,96	949,04
05.06.02	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	60,23	444,68	26.783,08
05.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	369,92	50,44	18.658,76
05.06.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	3.823,47	6,05	23.131,99
05.07	<b>TOMAS A PARCELAS (17 UNIDADES)</b>				<b>18.069,40</b>
05.07.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	31,28	2,96	92,59
05.07.02	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	m2	17,68	29,29	517,85
05.07.03	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	7,45	444,68	3.312,87
05.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m2	87,89	50,44	4.433,17
05.07.05	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	369,60	6,05	2.236,08

05.07.06	MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA CON CONCRETO f <sub>c</sub> = 140 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	28,56	70,83	2.022,90
05.07.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA 0.40X0.40 e=1/4"	und	17,00	320,82	5.453,94
05.08	<b>AFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES (38 UNIDADES)</b>				<b>134.662,13</b>
05.08.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m <sup>2</sup>	243,96	2,96	722,12
05.08.02	SOLADO DE CONCRETO C :H, 1:10, e = 2"	m <sup>2</sup>	243,96	29,29	7.145,59
05.08.03	CONCRETO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	121,73	444,68	54.130,90
05.08.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (TIPO CARAVISTA)	m <sup>2</sup>	523,07	50,44	26.383,65
05.08.05	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4,200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.469,81	6,05	33.092,35
05.08.06	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO	m	121,60	31,20	3.793,92
05.08.07	JUNTA DE WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO	m	121,60	77,25	9.393,60
06	<b>FLETES</b>				<b>302.000,00</b>
06.01	FLETE TERRESTRE RIOJA - AWAJUN - BAJO NARANJILLO	glb	1,00	102.000,00	102.000,00
06.02	FLETE TERRESTRE SISTEMA TEKCELL LIMA - AWAJUN (2 VIAJES)	glb	1,00	90.000,00	90.000,00
06.03	FLETE RURAL	glb	1,00	110.000,00	110.000,00
07	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>55.398,31</b>
07.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1,00	55.398,31	55.398,31
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>10.826.954,26</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>1.082.695,43</b>
	<b>UTILIDADES (10%)</b>				<b>1.082.695,43</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>12.992.345,12</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>2.338.622,12</b>
	<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>				<b>15.330.967,24</b>
	<b>SON : QUINCE MILLONES TRESCIENTOS TREINTA MIL NOVECIENTOS SESENTISIETE Y 24/100 SOLES</b>				

Figura 53. Presupuesto (Fuente: Elaborado con ayuda del programa s10)

## El presupuesto de obra se encuentra detallado en el anexo n° 04 (8.5.4)

s10

Página: 1

### Hoja resumen

Obra **0102007** **MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO,**  
 Localización **220802** **DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA-REGION SAN MARTIN**  
 Fecha Al **04/09/2017** **SAN MARTIN - RIOJA - AWAJUN**

### Presupuesto base

001	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DI	10.826.954,26
	(CD) S/	10.826.954,26
	COSTO DIRECTO	10.826.954,26
	GASTOS GENERALES (10%)	1.082.695,43
	UTILIDADES (10%)	1.082.695,43
		=====
	SUBTOTAL	12.992.345,12
	IGV (18%)	2.338.622,12
		=====
	PRESUPUESTO REFERENCIAL	15.330.967,24

### Descompuesto del costo directo

<b>MANO DE OBRA</b>	S/	2.754.536,17
<b>MATERIALES</b>	S/	5.443.190,62
<b>EQUIPOS</b>	S/	2.628.601,53
<b>SUBCONTRATOS</b>	S/	
Total descompuesto costo directo	S/	10.826.328,32

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes 04/09/2017

Figura 54. Hoja de resumen (Fuente: Elaborado con ayuda del programa s10)

El costo total del proyecto asciende a Quince Millones Trescientos treinta Mil Novecientos Sesenta y Siete con 24/100 Soles incluido los impuestos de ley.

**Modalidad de ejecución de obra:**

Esta obra será ejecutada por la Municipalidad Distrital de Awajun, debido al monto del costo total de la obra se recomienda realizar bajo la modalidad de ejecución presupuestaria indirecta por contrata, bajo la supervisión de la Dirección de desarrollo Urbano y Rural, el cual designará y/o contrata los servicios del profesional.

**Sistema de contratación:**

Esta obra será ejecutada bajo la modalidad a precios unitarios.

**4.7.5. Relación de insumos**



EQUIPOS					
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	he	506,0705	9,50	4.807,67
0301000021	ESTACION TOTAL	he	506,0712	16,85	8.527,30
03010400030004	MOTOBOMBA DE 4" (12 HP)	hm	160,0000	32,00	5.120,00
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	7.436,4717	20,45	152.075,85
03011400020004	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	505,5360	20,40	10.312,93
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA	hm	505,5360	32,40	16.379,37
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	3.786,3985	200,00	757.279,70
03011700020009	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 62 HP 1 YD3	hm	4.290,1976	200,00	858.039,52
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D	hm	180,4600	240,00	43.310,40
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	80,0000	200,00	16.000,00
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.189,0246	180,00	394.024,43
03012200050001	CAMION CISTERNA (2.500 GLNS.)	hm	80,0000	160,00	12.800,00
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	5.253,2488	12,50	65.665,61
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	6.153,9752	28,50	175.388,29
					2.519.731,07
<b>Total</b>				<b>S/</b>	<b>10.717.457,87</b>

Figura 56. Costos de equipos (Fuente: Elaborado con ayuda del programa s10)

**La relación de insumos** se ha obtenido teniendo en cuenta los metrados y las cantidades de insumos según la unidad de medida, empleando el programa s10 y, este se encuentra en el **anexo n° 04 (8.5.5)**.

#### 4.7.6. Fórmula polinómica

**La fórmula polinómica** se elaboró teniendo los metrados, análisis de costos unitarios y presupuesto de obra, empleando el programa S10. Y se encuentra en el **anexo N° 04 (8.5.6)**

S10

Página 1

#### Fórmula Polinómica

Presupuesto 0102007 MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA-REGION SAN MARTIN

Subpresupuesto 00 MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL EL MILAGRO, DISTRITO DE AWAJUN, PROVINCIA DE RIOJA-REGION SAN MARTIN

Fecha Presupuesto 04/09/2017

Moneda SOLES

Ubicación Geográfica 22080: SAN MARTIN - RIOJA - AWAJUN

$$K = 0.142^*(Ar / Ao) + 0.167^*(Ir / Io) + 0.216^*(Mr / Mo) + 0.233^*(Mr / Mo) + 0.242^*(Ar / Ao)$$

Monom	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
AC	0,142	100,000	A	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
GG	0,167	100,000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
MO	0,216	100,000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
MQ	0,233	100,000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
MT	0,242	100,000	A	05	AGREGADO GRUESO

Figura 57. Fórmula polinómica (Fuente: Elaborado con ayuda del programa s10)

#### **4.7.7. Programación de obra**

##### **4.6.7.1 Plazo de ejecución de la obra**

Teniendo en cuenta los metrados y los rendimientos de cada partida correspondiente al presupuesto de obra se determinó mediante el Software Microsoft Project(MSPROJECT), que el plazo estimado para la ejecución de la presente obra es de 300 días calendarios.

**La programación de obra** se encuentra detallada en el **anexo N° 04 (8.5.7)**

##### **4.7.8. Cronograma de avance físico de obra**

El **cronograma de avance físico de obra** del proyecto, donde se hace constar la programación mensual valorizada de la ejecución de la obra, según el plazo de ejecución de la obra, se detalla en el **anexo n° 04 (8.5.8)**.

##### **4.7.9. Cronograma de Adquisición de Materiales**

El **cronograma de adquisición de materiales** del proyecto se hace constar la programación de compra oportuna de materiales para la ejecución de la obra, el cual se detalla en el **anexo n° 04 (8.5.9)**

##### **4.7.10. Análisis y discusión de los resultados**

###### **4.7.10.1. Estudio topográfico**

El trabajo topográfico se inició con el reconocimiento del terreno, anotando los detalles; luego se elaboró los croquis de ubicación. Posteriormente se realizó la instalación de PIs y BMs a lo largo del tramo del canal, donde se procedió a emplantar con pintura esmalte color azul los puntos de referencia (BMs y Estaciones Topográficas).

De acuerdo con condiciones observadas en el área de estudio, se consideró necesario mantener el esquema del sistema de riego existente.

El procesamiento de la información se plasmó en los planos utilizando los softwares: Autodesk Land Desktop 2009 y AutoCAD 2014.

#### 4.7.10.2. Estudio de suelos

Los trabajos de exploración de campo consistieron en la excavación manual de calicatas a cielo abierto, se excavaron 26 calicatas distribuidos en el terreno de acuerdo con el proyecto a una profundidad de 2.50 m.

#### Resumen de estratos

Sobre la base de los registros de calicatas, ensayos de laboratorio e información recopilada, se han elaborado los perfiles estratigráficos:

**Tabla 17**

Resumen de estratos

Resumen de estratos									
Muestra	Sucs	Prof. (m)	Cont. De humedad (%)	Porcentaje en muestras de:			Límites de consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Ll (%)	Lp (%)	Ip (%)
C-01, mii	Cl	0.35-2.50	26.27	0.00	16.60	83.40	17.92	12.75	30.67
C-02, mii	Cl	0.35-2.50	27.86	0.00	23.85	76.15	18.20	15.70	33.90
C-03, mii	Cl	0.30-2.50	26.83	0.00	28.51	71.49	16.18	14.03	30.21
C-04, mii	Cl	0.30-2.50	23.62	0.00	28.19	71.81	16.21	14.04	30.25
C-05, mii	Cl	0.30-2.50	24.78	0.00	38.84	61.16	18.38	12.63	31.01
C-06, mii	Cl	0.30-2.50	28.52	0.00	20.00	80.00	18.02	17.98	36.00
C-07, mii	Cl	0.30-2.50	28.81	0.00	31.43	68.57	19.43	15.81	35.24
C-08, mii	Cl	0.20-2.50	31.53	0.00	34.98	65.02	24.49	65.02	37.59
C-09, mii	Cl	0.25-2.50	31.05	0.32	38.03	61.65	20.85	18.97	39.82
C-10, mii	Cl	0.30-2.50	31.11	0.00	19.28	80.72	21.96	17.57	39.53
C-11, mii	Cl	0.35-2.50	30.86	0.00	40.55	59.37	21.69	17.65	39.34
C-12, mii	Cl	0.40-2.50	27.41	0.54	25.18	74.29	18.56	15.82	34.38
C-13, mii	Cl	0.30-2.50	34.99	0.00	13.23	86.77	24.27	21.04	45.31
C-14, mii	Cl	0.30-2.50	31.69	0.00	35.30	64.70	24.57	12.99	37.56
C-15, mii	Cl	0.35-2.50	22.67	0.00	30.18	69.82	15.50	11.94	27.44
C-16, mii	Cl	0.30-2.50	22.11	0.00	29.85	70.15	15.56	11.92	27.48
C-17, mii	Cl	0.25-2.50	27.00	8.45	33.24	58.30	18.78	13.10	31.88
C-18, mii	Cl	0.25-2.50	29.02	0.00	36.73	63.27	21.65	13.24	34.89
C-19, mii	Cl	0.30-2.50	34.58	0.89	38.77	60.34	23.13	20.55	43.68
C-20, mii	Cl	0.30-2.50	38.03	0.00	7.45	92.55	24.79	24.71	49.50
C-21, mii	Cl	0.30-2.50	22.74	0.00	30.67	69.33	27.47	15.50	11.97
C-22, mii	Cl	0.30-2.50	22.65	0.00	29.80	70.20	27.51	15.56	11.95
C-23, mii	Cl	0.30-2.50	34.45	0.89	38.77	60.34	43.75	23.13	20.62
C-24, mii	Cl	0.30-2.50	35.07	0.00	38.13	61.87	44.09	23.12	20.97
C-25, mii	Cl	0.25-2.50	34.17	0.00	28.80	71.20	42.67	23.93	18.74
C-26, mii	Cl	0.30-2.50	36.34	0.00	30.57	69.43	41.65	22.28	19.37

**Fuente:** Estudio de suelos

### **4.7.10.3. Estudio de impacto ambiental**

#### **4.7.10.3.1. Impactos ambientales positivos**

Los principales impactos ambientales positivos que se generarán con el proyecto serán los siguientes:

##### **Expectativa de generación de empleo:**

Al requerirse mano de obra no calificada se generan expectativas entre la población local, así mismo, en las inmediaciones de la obra y campamentos para el expendio de alimentos y bebidas, entre otros.

##### **Mejora en la economía y bienestar de la población local:**

La población beneficiaria está dedicada básicamente a la actividad agrícola de subsistencia y de baja productividad debido principalmente a la escasa disponibilidad del recurso hídrico, es allí donde la construcción de la infraestructura hidráulica para riego que permitirá el abastecimiento de agua, posibilitando el desarrollo de la actividad agropecuaria, el incremento del empleo de la mano de obra y subsecuentemente la mejora del nivel de vida de la población, con el efecto multiplicador que el presente proyecto incluye.

##### **Revalorización del suelo de uso agrícola:**

Al contar con agua para riego el valor económico de los terrenos agrícolas se incrementará. Este efecto es importante, porque los agricultores tendrán la posibilidad de acceder a mayores oportunidades de inversión, créditos bancarios y asistencia técnica.

#### **4.7.10.3.2. Impactos ambientales negativos**

Los principales impactos ambientales negativos que se generarán con el proyecto serán los siguientes:

Posible perturbación de la tranquilidad en la población del lugar: Los habitantes del sector no verán perturbada su tranquilidad, ya que, durante el proceso de ejecución, los equipos y maquinarias empleados generarán ruidos y vibraciones mínimos. Además, el movimiento de tierras no causará problemas respiratorios, oculares ni alérgicos por ser reducido.

Posible contaminación de los suelos: Es poco probable la pérdida de calidad edáfica y de la vegetación circundante, debido a derrames o vertidos accidentales de lubricantes, combustibles y grasas de vehículos, maquinarias y equipos, pues las excavaciones serán hechas principalmente con herramientas manuales, siendo posible el uso de una retroexcavadora de porte mediano que no representará contaminación significativa.

Posible alteración de la cobertura vegetal por desbroce: Es probable que se afecten terrenos cultivados que no pertenecen a la zona del proyecto por las excavaciones para obras de arte y entre otros, ya que se encuentra en el límite de los predios colindantes al canal.

Alteración del paisaje: El paisaje actual no presentará mayores cambios, pues los caminos de acceso existentes permiten el acceso de vehículos de transporte de materiales y otros.

Posible afectación de los cultivos por exceso de riego y precipitaciones: Considerando la escasa costumbre de riego por parte de la población beneficiaria, es probable que, en los periodos de precipitación, los cultivos presenten problemas por exceso de riego y mal funcionamiento de los sistemas de drenaje, por lo que es importante que antes de la distribución del recurso hídrico se establezca un programa de capacitación.

El detalle del **estudio de impacto ambiental** se encuentra en el **anexo nº 02 (8.2)**

#### **4.7.10.4. Estudio hidrológico**

La disponibilidad hídrica para el proyecto basado en la capacidad de entrega del canal El Milagro en las parcelas de los usuarios la misma que varía entre 1900 a 2000 l/s. Según las observaciones en campo se considera como oferta optimizada los 2,000 l/s toda vez que con solamente uniformizar la sección en algunos puntos del canal este tendría una capacidad actual de transportar 2,000 l/s.

El proyecto cubrirá la demanda de 2281.54 has sembradas en dos campañas como se establece en la cedula de cultivo. El caudal requerido para irrigar las 2281.54 has es 1900 l/s los mismos que quedan cubiertos en su totalidad tanto por la capacidad del canal como por las descargas del Rio Naranjillo.

#### **4.7.10.5. Estudio económico**

Para la elaboración del presente proyecto de investigación se procedió a dar conformidad a los metrados; Obteniendo de esta manera metrados confiables y por ende buen análisis de costos unitarios y estos a su vez nos van a proporcionar un costo directo real.

Los metrados constituyen la base para determinar la cantidad de obra, siendo por lo tanto imprescindible sustentar el metrado total de cada partida con la planilla correspondiente.

El presupuesto se ha formulado a partir de la información que nos proporciona el software S10, sobre el análisis de Costos Unitarios y los metrados lo que constituye el Costo Directo, al cual se le agrega el porcentaje de Gastos Generales debidamente desagregado, así como un porcentaje de Utilidad e Impuesto General a las Ventas que corresponden al 18% del subtotal obteniéndose un Presupuesto de Obra de S/ 15, 330,967.24 soles.

Los Gastos Generales ascienden a 10.00% del costo directo, 10.00% en Utilidad, este porcentaje se debe a la magnitud del costo directo, o sea a menor costo directo el porcentaje se eleva y a mayor costo directo el porcentaje disminuye, lo que no afecta en el personal y mobiliario necesario a utilizar para una buena administración de la obra, ya que estos costos se calculan en forma desagregada.

Los Análisis de Precios Unitarios se realizó teniendo en cuenta los rendimientos, cuadrillas a utilizar, la determinación de la cantidad de insumos, esta información fue proporcionada por "CAPECO.

La programación de Obra se realizó teniendo en cuenta un adecuado procedimiento constructivo con sus respectivos tiempos de duración de cada una de las actividades, el cual nos determinó la duración de la obra. Dicha programación se hizo en base a Barras Gantt, el cual fue ejecutado por el programa de cómputo "MICROSOFT PROJECT".

La Ruta Crítica, nos determina el plazo de ejecución de la obra, el cual dio como resultado 300 días calendarios

## Ingeniería del Proyecto

El Estudio contempla el mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego del canal El Milagro es decir se plantea mejorar la captación, la conducción, distribución y aplicación del agua de riego, para lo cual se muestra los tramos de canal a ser mejorados y las obras de arte que se construirán:

Construcción de una bocatoma de concreto de  $210 \text{ Kg/cm}^2$

Un canal de concreto para una capacidad de conducción de  $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$ , de  $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$  con una longitud de  $12+402.43$ , con sistema tekcell.

Adicionalmente a esto se construirán las siguientes obras de arte:

Construcción de un desarenador de concreto armado de  $f_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Construcción de un medidor Parshall de concreto armado de  $f_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Mejoramiento de 17 tomas Parcelarias

Mejorar 28 tomas laterales a canales existentes,

Construcción de 10 caídas verticales

Construcción de 34 pases peatonales.

La capacidad del sistema de riego Será  $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$

El concreto, se elaborará in situ en volumen de  $\text{m}^3$ , para la construcción del desarenador y aforador parshall con dosificación de mezcla concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , como también del canal de conducción y derivación de concreto  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

Para implementar las medidas de mitigación del “Impacto Ambiental del Proyecto” el costo directo asciende a **S/ 55,398.31 soles**, este monto está incluido en los costos directos del presupuesto total de la obra.

El presupuesto de obra asciende a **S/ 15'330,967.24 Soles**, incluido gastos generales, utilidad e impuesto general a las ventas.

## CONCLUSIONES

### **Ingeniería del Proyecto**

El Estudio contempla el Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego del Canal El Milagro es decir se plantea mejorar la captación, la conducción, distribución y aplicación del agua de riego, para lo cual se muestra los tramos de canal a ser mejorados y las obras de arte que se construirán:

Construcción de una bocatoma de concreto de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Un canal de concreto para una capacidad de conducción de  $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$ , de  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  con una longitud de  $12+402.43$ , con sistema tekcell.

Adicionalmente a esto se construirán las siguientes obras de arte:

Construcción de un Desarenador de concreto armado de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Construcción de un Medidor Parshall de concreto armado de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Mejoramiento de 17 tomas Parcelarias

Mejorar 28 tomas laterales a canales existentes,

Construcción de 10 caídas verticales

Construcción de 34 pases peatonales.

La capacidad del sistema de riego Será  $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$

El concreto, se elaborará in situ en volumen de  $\text{m}^3$ , para la construcción del desarenador y aforador parshall con dosificación de mezcla concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , como también del canal de conducción y derivación de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

Para implementar las medidas de Mitigación del “Impacto Ambiental del Proyecto” el costo directo asciende a **S/ 55,398.31 Soles**, este monto está incluido en los Costos Directos del Presupuesto Total de la obra.

El presupuesto de Obra asciende a **S/ 15'330,967.24 Soles**, incluido Gastos Generales, utilidad e Impuesto General a las Ventas.

## RECOMENDACIONES

El proyecto de investigación constituye una alternativa técnica de solución al problema del servicio de agua del sistema de riego del canal El Milagro en el Distrito de Awajún, Provincia de Rioja, Región San Martín, por lo que se recomienda a las autoridades locales realizar la gestión para su respectiva ejecución.

La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se dispondrá en los depósitos de cilindros metálicos y plásticos, ubicados en zonas estratégicas del área del proyecto para la disposición final de los mismos.

Los residuos líquidos proveniente de los lavaderos de aseo personal serán manejados en las letrinas hechas en el proyecto.

Existe evidencia de moderada cantidad de sales solubles totales, por lo que recomendamos utilizar cemento tipo MS o similar en el diseño de las cimentaciones

El ingeniero residente debe tomar el cronograma de avance de obra, en forma referencial y deberá elaborar un nuevo cronograma según su criterio, pero sin pasarse de los 300 días calendarios establecidos en el proyecto.

Para la construcción de la mencionada obra es recomendable que se tome en cuenta todos los parámetros establecidos según los planos, y las especificaciones técnicas, con la finalidad de que se obtengan resultados óptimos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B&M Consultores y Constructores E.I.R.L. *Estudio Socio Económico: Mejoramiento y Construcción de la Carretera departamental SM-106: Tramo Chazuta – Curiyacu*, Chazuta Perú.

GARCIA RICO, ELMER, *Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte*. CONCYTEC. Primera edición-Abril1987, Chiclayo Perú.

GUERRERO RAMÍREZ, WALTHER ALONSO, “*Estudio Hidrológico para determinar el caudal de diseño de la presa del Sistema de Riego Cuñumbuza - Ledoy*”, año 2010, Tarapoto Perú.

HUERTA AMORETTI, GUILLERMO, *Programación de Obra con MS Project*, Tarapoto Perú.

IBAÑEZ OLIVARES, WALTER, *Costos y Tiempos en Carreteras*. Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), *Censo Poblacional*.

LÓPEZ REÁTEGUI, VANESSA, “*Diseño Hidráulico y Estructural del Canal Principal y Tomas Laterales del Proyecto de Irrigación El Avisado- La Conquista*”, año 2008

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Dirección General de Caminos, *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2001)*, Lima Perú.

RENGIFO PINCHI, GILBER, “*Rehabilitación y Mejoramiento Canal Lateral N° 8 Margen Izquierda Irrigación Sisa – San Pablo – Bellavista, Región San Martín*”, año 2011, Bellavista Perú.

RODRÍGUEZ GUERRA, ROGER AUGUSTO, “*Diseño de Obras de Cruce del Canal Principal del Proyecto Irrigación Biavo Margen Izquierda*”, año 2001, Yurimaguas Perú.

SALINAS SEMINARIO, MIGUEL, *Costos y Presupuestos de Obra*, Lima Perú.

VILLÓN BÉJAR, MÁXIMO, "*Hidráulica de Canales*", Editorial Hozlo, 1981, Lima Perú.

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**  
**Estudio de suelos**

**ANEXO N° 02**  
**Estudio de impacto ambiental**

**ANEXO N° 03**  
**Estudio hidráulico**

**ANEXO N° 04**  
**Diseño de obras de arte**

**ANEXO N° 05**  
**Estudio económico del proyecto**

## **Metrados**

## **Análisis de costos unitarios**

## **Desagregado de gastos generales**

## **Presupuesto de obra**

## **Relación de insumos**

## **Fórmula polinómica**

## **Programación de obra**

## **Cronograma valorizado de avance de obra**

## **Cronograma de adquisición de materiales**

## **Panel fotográfico**



Inicio previo del levantamiento topográfico del Canal El Milagro



Estructura encontrada en el tramo del canal El Milagro



Limpieza del Área para un levantamiento topográfico óptimo



Estructura existente el Canal el Milagro



Tramo de conducción revestido Canal El Milagro



Levantamiento con mira y estación total



Puente peatonal existente de madera



Tramo de conducción de El Milagro



Tramo de levantamiento topográfico Canal El Milagro



Limpieza del área para el levantamiento topográfico



Puente peatonal existente de madera



Tramo de conducción Canal el Milagro



Tramo de la conducción del Canal El Milagro



### Levantamiento topográfico de Canal de conducción



### Trocha carrozable al margen izquierdo del canal El Milagro



Estructura existente Canal el Milagro



Tramo de conducción Canal el Milagro

## **PLANOS**